

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 246647 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **440796**

(22) Data zgłoszenia: **2022.03.30**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.10.02 BUP 40/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.02.17 WUP 07/2025**

(51) MKP:

A61L 2/10 (2006.01)

A61L 9/02 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA GDAŃSKA, Gdańsk, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
TOMASZ CHLUDZIŃSKI, Łomża, PL

(74) Pełnomocnik:
**rzecz. pat. Justyna Pawłowska-Bajerska,
Gdańsk, PL**

(54) Tytuł:

**Układ do oświetlania i dezaktywacji drobnoustrojów i ich przetrwalników w pomieszczeniach,
zwłaszcza inaktywacji wirusów, bakterii i grzybów**

PL 246647 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest dwufunkcyjny układ do jednocześnie oświetlania – świecenia i dezaktywacji – dezynfekcji drobnoustrojów i ich przetrwalników jak wirusów, bakterii i grzybów, zwłaszcza wirusów w tym SARS-CoV-2, w pomieszczeniach mający wykorzystanie zwłaszcza w walce z drobnoustrojami w budynkach użyteczności publicznej. Wynalazek może być wykorzystany, w budynkach użyteczności publicznej – szpitalach, biurach, szkołach, urzędach, zwłaszcza w budynkach gdzie następuje rotacja wielu osób. Układ znajduje rozwiązanie zwłaszcza w pomieszczeniach, gdzie możliwe jest nastąpienie przerw w przebywaniu tam osób – np. przerwy pracy, jak klasa szkolna, sala wykładowa, gdzie w czasie przerwy pomieszczenie mogłoby być automatycznie odkażone i przygotowane do dalszego bezpiecznego użytkowania przy oświetlaniu przez układ pomieszczenia.

Organizm ludzki może zostać zainfekowany przez wiele drobnoustrojów. Część z nich bytuje na powierzchniach pomieszczeń mieszkalnych, biurowych czy użyteczności publicznej, takich jak podłogi, blaty stołów, krzesła bądź też klawiatury komputerów. Bakterie, wirusy, grzyby mogą być przenoszone z tych powierzchni do organizmu człowieka.

Z uwagi na ostatnie wydarzenia związane z zagrożeniem wirusami jak SARS-CoV-2 poszukuje się skutecznych narzędzi do przeciwdziałania rozprzestrzeniania wirusów.

Promieniowania świetlne w tym UV jest znane i stosowane do odkażenia np. sal szpitalnych, laboratoryjnych, w przypadku uzdatniania wody, dezynfekcji produktów spożywczych. Znane jest wykorzystanie promieniowania z zakresu IR, promieniowania UV z pasma C leżącego w zakresie fal o długościach 100 nm ÷ 280 nm nazywanego pasmem UV-C4.

Naukowcy badają różne dawki promieniowania i czasu naświetlania. W przypadku wirusa MERS, będącego koronawirusem, stosując system oświetleniowy wyposażony w lampy UV-C (Bedell et al. (2016) Efficacy of an automated multiple emitter whole-room Ultraviolet-C disinfection system against coronaviruses MHV and MERS-CoV. *Infect Control HospEpidemiol* 3), możliwe było zredukowanie (6-log) ilości wirusa już po 10 minutach naświetlania. Ze wstępnych ustaleń przedstawionych w literaturze wynika, że dawka promieniowania UV (254 nm) niezbędna do zredukowania ilości wirusa SARS-COV-2 o 3-log to 1 J/cm² przy naświetlaniu przez około 2 minuty (Hamzavi et al. (2020) Ultraviolet germicidal irradiation: Possible method for respirator disinfection to facilitate reuse during the COVID-19 pandemic. *J Am Acad Dermatol* 82).

Opisano rozwiązania z wykorzystaniem UV-C do zastosowań biobójczych. Promieniowanie to powoduje zniszczenie otoczki białkowej wirusa oraz uszkodzenie RNA, przez co wirus jest niezdolny do replikacji. (S. Sahu et al. (2021) Disinfectant chamber for killing body germs with integrated FAR-UVC chamber (for COVID-19), *International Journal of Design Engineering* 10(1)).

Z opisu wzoru użytkowego nr W.106660 znane jest urządzenie do odkażania powietrza. Z opisu wynalazku nr P.315156 znane jest urządzenie stosowanego w układzie oczyszczającym, zwłaszcza do oczyszczania dotyczącego mikrocząstek i mikroorganizmów, zawierające podstawę mającą filtr i źródła napromieniowania UV. Urządzenie charakteryzuje się tym, że podstawa jest wyposażona w zdalnie sterowany zespół, który po otrzymaniu odpowiedniego sygnału może sprowadzać podstawę do przyjmowania z jednej strony, całkowicie lub częściowo biernego rodzaju pracy dla oczyszczania/napromieniowywania powietrza, przy przykrytych nieszkodliwych promieniach UV i z drugiej strony, do przyjmowania aktywnego rodzaju pracy, zwłaszcza dla napromieniowywania przedmiotów i powierzchni pokoju przy odśloniętym promieniowaniu UV, a korzystnie w połączeniu z oczyszczaniem powietrza w pokoju. Niedogodnością rozwiązania jest brak aktywnego zabezpieczenia osób przebywających w pomieszczeniu oraz skomplikowanie mechaniczne konstrukcji.

Z opisu wynalazku nr P.356670 znany jest sposób i urządzenie do odkażania wody i ścieków, wykorzystujące impulsowe promieniowanie z zakresu ultrafioletowego w układzie automatycznie sterowanej pompy, oddzielnie i w rzeczywistym regulującym każdy z modułów reaktora UV. Sterowanie procesem jest ukształtowane na podstawie opartej na przepuszczalności UV pętli sterowania ze sprzężeniem zwrotnym oraz faktycznie czynnej i niezależnej regulacji każdego z modułów reaktora.

Niedogodnością rozwiązania jest zastosowanie go tylko do dezynfekcji przepływających płynów a nie powierzchni pomieszczeń.

Z opisu wynalazku nr P.314392 znany jest moduł odkażający który ma co najmniej jedno lampowe źródło UV i układ odbłyśników kierujących promieniowanie UV w dwóch przeciwnych kierunkach oraz konstrukcję nośną składającą się z ramy i siatki, zabezpieczającą jednocześnie lampowe źródło UV przed bezpośrednim kontaktem z odkażanym przedmiotem. Komorowy odkażacz do przestrzennego

odkażania powierzchni przedmiotów, zwłaszcza zastawy stołowej ma, w zamkniętej komorze wyłożonej od wewnątrz płytami z materiału o dużym współczynniku odbicia promieniowania UV, co najmniej jeden moduł odkażający jak również ewentualnie układ grzejno-wentylacyjny, bezcieniowe stelaże służące do rozmieszczenia odkażanych przedmiotów w obszarze odkażania oraz dodatkowe lampowe źródła UV rozmieszczone na ścianach wewnętrznych komory, równoległych do modułu odkażającego, przy czym wszystkie źródła UV zasilane są z układu zasilająco-sterującego, z systemem zabezpieczającym obsługę przed ekspozycją na promieniowanie UV. Niedogodnością rozwiązania jest brak możliwości zastosowania systemu do powierzchni otwartych, a system zasilająco sterujący nie ma możliwości zaplanowania harmonogramu pracy i dostosowania dawki promieniowania do kubatury pomieszczenia.

Znane jest z opisu patentowego nr P.433887 rozwiązanie do dezaktywacji wirusa wykorzystujące kontener, agregat prądowłórczy, monitor, panele fotowoltaiczne oraz urządzenia dezynfekujące, takie jak ozonator i/lub lampy na promieniowanie UV-C. Znane jest również z opisu patentowego nr WO2021224443A1 rozwiązanie do sterylizacji powierzchni, materiałów, produktów i podobnych przedmiotów, wykorzystujące promieniowanie UV-C. Znany jest również wynalazek nr DE202021000939U1, który dotyczy modułu dezynfekcji powietrza z wykorzystaniem diod UV-C, w szczególności w celu ograniczenia rozprzestrzeniania się wirusów. Z opisu patentowego nr SG10202004330RA znany jest system który wykorzystuje lampę UV-C do dezynfekcji w autobusie. Niedogodnością rozwiązań jest wykorzystanie tylko do dezynfekcji autobusów.

Dezaktywacja – dezynfekcja obiektów w oparciu o zastosowanie laserów pracujących w paśmie UV-C jest, zatem znana, jednakże użycie lasera UV-C może spowodować, oprócz dezynfekcji, uszkodzenie obiektu dezynfekowanego.

Część z tych rozwiązań jednakże nie może być dodatkowo wykorzystana do odkażania pomieszczeń użyteczności publicznej, gdzie przebywa zwłaszcza dużo osób np. salach lekcyjnych, biurach usługowych, biurach pracy itd.

Wiele rozwiązań do dezynfekcji wymaga specjalnego osprzętowania, zabezpieczenia dodatkowego przed narażeniem ludzi na szkodliwe promieniowania, czy też wymaga zagospodarowania części użytkowej pomieszczenia, co w przypadku niektórych pomieszczeń zwłaszcza użyteczności publicznej, może być kłopotliwe.

Wciąż poszukuje się zatem bezpiecznych, skutecznych rozwiązań do dezaktywacji – dezynfekcji nie wymagających zbytnio wykorzystania pomieszczenia zwłaszcza przeznaczonych do pomieszczeń w budynkach użyteczności publicznej, mogących być łatwo wykorzystane w pomieszczeniach gdzie przebywa duża liczba osób. Istotnym zagadnieniem jest bezpieczeństwo użytkowników przestrzeni, w których stosuje się systemy biobójcze oparte o niebezpieczne dla zdrowia promieniowanie np. UV-C. Dlatego konieczne jest opracowanie systemu, które będzie umożliwiać skuteczną dezynfekcję oraz będzie umożliwiać wykrywać/reagowanie na obecność osób w pomieszczeniu.

Celem obecnie było zatem opracowanie skutecznego, bezpiecznego rozwiązania, które umożliwiłoby bezpieczną dezaktywację dalej opisywaną jako dezynfekcję otoczenia układu, pomieszczenia w każdym pomieszczeniu użyteczności publicznej i w otwartych przestrzeniach, w krótkim czasie bez konieczności specjalnego osprzętowania, zbytniego zagospodarowywania pomieszczenia. W rozwiązaniu wykorzystując oprawę rastrową – kasetową np. z LED ale może być też inne źródło do oświetlania pomieszczenia – udało się uzyskać łatwy sposób źródła do dezynfekcji i połączyć w jednym rozwiązaniu kilku funkcjonalności. Proponowane rozwiązanie bazuje na połączeniu jednocześnie w jednym rozwiązaniu promieniowania UV-C oraz źródła światła widzialnego, z jednoczesną funkcją dezynfekującą, oświetleniową w sposób inteligentny i alarmującą, zapewniającą ochronę przed ryzykiem szkodliwego promieniowania dając bezpieczeństwo użytkowników w trakcie procesu dezynfekcji.

Proponowany układ zawiera takie najważniejsze elementy zawarte w obrębie oprawy kasetonowej – inaczej rastrowej, jak wymienione poniżej.

1. Źródła promieniowania UV-C w ilości co najmniej jedno.
2. Co najmniej jedno źródło promieniowania widzialnego – czyli źródło światła.
Oba źródła zamontowane są w oprawie rastrowej;
3. Co najmniej jeden czujnik ruchu obiektu/ów wokół układu typu mikrofalowego lub typu PIR (Passive infrared sensor) umożliwiającego wykrywać obecność – ruch osób w pomieszczeniu/przestrzeni gdzie jest układ.
4. Co najmniej jeden czujnik oświetlenia widzialnego dostosowujący stopień – moc promieniowania widzialnego lub ilość źródła promieniowania wpływając na stopień świecenia (jaśniej,

ciemniej) np. włączenia kilku lamp światła widzialnego dostosowując do panujących warunków oświetleniowych wokół układu – promieniowania widzialnego w otoczeniu.

5. Moduł ostrzegawczy w postaci środka dźwiękowego i/lub oświetleniowego np. głośnika i/lub kontrolki świetlnej sygnalizujących tryb – stan pracy układu, zwłaszcza w czasie zagrożenia tj. jest jak przeprowadzany proces dezynfekcji w momencie niebezpieczeństwa, tj. wykrywany jest ruch obiektu w pobliżu układu.

Moduł przesyła sygnały o trybie pracy – zwłaszcza trybie dezynfekcji, trybie zbliżania się ruchu obiektu – co jest istotne – to stan zagrożenia (wówczas korzystnie wykorzystuje się również sygnał dźwiękowy), trybie świecenia – tryb bezpieczny. Moduł stanowi zwłaszcza co najmniej jednej diody sygnalizacyjnej LED.

6. Jednostka nadzorująco-sterująca pracą układu połączona bezprzewodowo za pomocą wodnego medium umożliwiającego wymianę danych i sterowanie z serwerem zewnętrznym poprzez który ustalana jest praca układu – harmonogram i tryb pracy układu.

Jednostka nadzorująco-sterująca obsługiwana jest za pomocą komputera lub bezprzewodowo.

Źródło promieniowania widzialnego powiązane jest z jednostką sterująco-nadzorującą za pomocą dowolnej technologii umożliwiającej włączanie/wyłączanie zasilania źródła promieniowania zwłaszcza w sposób bezprzewodowy, oraz z oprawą rastrową np. za pomocą źródła oświetlenia np. opraw świetlówkowych np. t8. Źródło promieniowania UV-C powiązane jest z jednostką sterująco-nadzorującą za pomocą dowolnej technologii umożliwiającej włączanie/wyłączanie zasilania źródła promieniowania, zwłaszcza w sposób bezprzewodowy oraz z oprawą rastrową np. za pomocą opraw świetlówkowych.

Czujnik ruchu powiązany jest z jednostką sterująco-nadzorującą za pomocą dowolnej technologii umożliwiającej przesył danych i zasilanie oraz powiązany jest z oprawą rastrową – może być zwłaszcza umieszczony od frontu oprawy lub za nią za pomocą znanych środków np. śrub, kleju, mocowania w wpustach oprawy. Czujnik oświetlenia powiązany jest z jednostką sterująco-nadzorującą za pomocą dowolnej technologii umożliwiającej przesył danych i zasilanie i powiązany jest z oprawą rastrową oraz może być umieszczony od frontu oprawy za pomocą znanych środków np. śrub, kleju, mocowania w wpustach oprawy.

Moduł ostrzegawczy powiązany jest z jednostką sterująco-nadzorującą za pomocą dowolnej technologii umożliwiającej przesyłanie danych i zasilanie oraz zamocowany jest w obrębie oprawy rastrowej np. oprawy oświetleniowej jak jest użyta w sposób widoczny dla użytkownika a zwłaszcza od frontu lub z tyłu oprawy znanymi środkami np. za pomocą śrub, kleju, mocowania w wpustach oprawy.

Jednostka nadzorująco-sterująca powiązana jest z elementami układu jak opisano powyżej. Jednostka nadzorująco-sterująca powiązana jest ze źródłem promieniowania – zwłaszcza w znaczeniu ze źródłem zasilania źródła promieniowania za pomocą dowolnej technologii umożliwiającej przesyłanie danych i zasilanie oraz jest powiązana z serwerem zewnętrznym gdzie zaaplikowany jest algorytm np. internetowa aplikacja sterująca pracą układu tj. gdzie zapisany jest tryb (harmonogram) pracy układu za pomocą dowolnej łączności danych. Jednostka sterująco-nadzorująca jest zamocowana w obrębie oprawy rastrowej – może być zamocowana z tyłu oprawy rastrowej, za pomocą znanych środków np. śrub, kleju, mocowania w wpustach oprawy. Jednostka sterująco-nadzorująca jest zatem jednostką elektroniczną wykonaną w taki sposób aby spełniać swoje funkcje w sposób oczywisty dla znaczy w stanie techniki.

Funkcją czujnika światła jest możliwość dostosowania intensywności oświetlenia pomieszczenia/przestrzeni – światła widzialnego za pomocą jednostki sterująco-nadzorującej do wymaganych warunków pracy na stanowisku, zwłaszcza wynikającą z przepisów określających minimalne oświetlenie na stanowisku pracy.

Źródło UV-C powiązane jest z jednostką nadzorująco-sterującą, która włącza źródło promieniowania jedynie w czasie zaplanowanego harmonogramu pracy układu – tj. kiedy zaplanowane jest świecenie tym światłem. Włączenie, przez tą jednostkę układu, źródła światła bezpiecznego dla człowieka a włączenie światła dla przeprowadzenia procesu dezynfekcji jest sterowane za pomocą dowolnej technologii umożliwiającej włączanie zasilania źródła światła bezpiecznego, UV-C.

Źródło promieniowania widzialnego powiązane jest zatem z jednostką nadzorująco-sterującą, która włącza źródło promieniowania widzialnego w zależności od harmonogramu pracy układu. Za pomocą tej jednostki dostosowuje się poziom promieniowania ze źródła promieniowania w zależności od stopnia oświetlenia wokół układu – np. załącza się odpowiednią liczbę źródła w zależności od oświetlenia wokół mierzonego przez czujnik światła np. w przypadku zbyt małej mocy światła widzialnego załączane

jest dodatkowe źródeł światła a w przypadku zbyt dużej mocy światła widzialnego odbitego od powierzchni następuje wyłączenie poszczególnych źródeł promieniowania widzialnego. Tryb pracy korzystnie ustala się wcześniej i zapisuje w serwerze współpracującym z jednostką nadzorująco-sterującą, następnie pobiera go się do jednostki sterująco-nadzorującej z serwera zewnętrznego.

Moduł ostrzegawczy ma za zadania przekazywanie informacji (sygnał widzialny dla użytkownika i/lub dźwięk) o trybie – stanie pracy układu – zwłaszcza dezynfekcji. Korzystne jest takie wykonanie modułu ostrzegawczego aby sygnał z modułu był generowany w momencie włączania trybu niebezpieczeństwa – ostrzegawczego dla użytkowników celem przekazania informacji o potencjalnym niebezpieczeństwie wynikającym z dezynfekcji w momencie bliskości poruszających się obiektów (tzn. generowany jest sygnał świetlny i/lub dźwiękowy kiedy zarejestrowany jest ruch przez czujnik ruchu) np. użytkowników w stosunku do układu kiedy przebiega dezynfekcja – włączone jest źródło UV-C, np. poprzez sygnały dźwiękowe wydawane np. z głośnika i/lub świetlne np. za pomocą diod LED. Istotnym jest zatem przekazywanie sygnałów o trybie dezynfekcja a zwłaszcza w momencie wykrycia ruchu przez czujnik ruchu. Możliwe jest zatem przekazywanie co najmniej jednego sygnału przez moduł ostrzegawczy – dezynfekcja, dwóch – dezynfekcja i wykrycie ruchu w czasie dezynfekcji – cecha korzystna, i dodatkowo trzeciej – tryb bezpieczny świecenia.

W trakcie procesu dezynfekcji generuje się zwłaszcza zatem sygnał niebezpieczeństwa ostrzegawczy np. z głośnika i/lub włącza się oświetlenie np. zapalają się diody LED, np. na żółto i/lub czerwono. Możliwe jest również przekazywanie informacji poprzez moduł ostrzegawczy sygnałów świetlnych/dźwiękowych o innym trybie pracy – bezpieczne oświetlenie. Możliwe jest również przekazywanie sygnałów o trybie dezynfekcji i osobno o tym trybie jak obiekt zbliży się do układu – tj. wykrywa się ruch przez czujnik ruchu. Moduł ostrzegawczy zatem pełni funkcję przekazywania sygnałów dźwiękowych/świetlnych o trybie pracy układu (dezynfekcja, oświetlenia i/lub dezynfekcja w momencie wykrycia ruchu przez czujnik ruchu – cecha ostatnia istotna).

Za pomocą jednostki nadzorująco-sterującej prowadzi się komunikację z serwerem celem wdrażania trybu pracy i prowadzenia nadzoru nad oświetleniem i bezpieczeństwem pracy układu, za pomocą komunikacji bezprzewodowej np. wi-fi. Ta jednostka steruje pracą źródeł promieniowania uruchamiając tryb włączania lub wyłączania w zależności od planowanego trybu pracy układu, odbiera sygnały z czujnika ruchu i czujnika świecenia, łączy tryby komunikatu modułu ostrzegawczego.

Czujnik ruchu jest połączony z jednostką nadzorująco-sterującą i w razie wykrycia ruchu obiektu wokół – ruchu człowieka w pobliżu w czasie dezynfekcji wysyła się ostatecznie dane o obecności ruchu obiektu do jednostki nadzorująco-sterującej/modułu ostrzegawczego poprzez dowolną technologię umożliwiającą przesyłanie danych i zasilanie. Wówczas proces pracy układu zostaje przerwany – wyłączone jest źródło promieniowania przez jednostkę sterująco-nadzorującą po wykryciu ruchu w czasie dezynfekcji przez czujnik ruchu. W momencie wykrycia ruchu włączany jest sygnał ostrzegawczy z modułu ostrzegawczego.

Za pomocą czujnika oświetlenia zbiera się informacje o ilości światła widzialnego odbitego od powierzchni pomieszczenia gdzie znajduje się układ pod źródłem promieniowania i przesyła się je poprzez dowolną technologię umożliwiającą przesyłanie danych i zasilania do jednostki sterująco-nadzorującej która to jednostka dostosowuje liczbę zapalonych źródeł światła widzialnego lub jej intensywność do pożądanej np. zaprogramowanej minimalnej wielkości światła widzialnego.

Wszystkie moduły/jednostki – części układu zamontowane są w obszarze oprawy rastrowej np. wbudowane są w konstrukcję oprawy rastrowej za pomocą znanych środków za pomocą np. uchwyty i śrub.

Główne korzyści z wynalazku są następujące:

Bezpieczeństwo i skuteczność pracy poprzez automatyczną i bezpieczną dezynfekcję ustalenia harmonogramu pracy itd.

Krótki czas wykonania dezynfekcji.

Tanie wykonanie, mała ingerencja w pomieszczenia gdzie będzie montowany układ, wykorzystanie obecnych tam elementów.

Wielofunkcyjność.

Bezpieczeństwo użytkowników pomieszczenia.

Dodatkowa inteligentna funkcja oświetlenia – dostosowania stopnia oświetlenia w jednym urządzeniu.

Automatyzm dostosowywania natężenia światła widzialnego do wymogów stanowiska pracy.

Wynalazek może być wykorzystany, jako oświetleniowa oprawa kasetonowa czyli wówczas dodatkowo uzyskuje się funkcję obecnego w układzie czujnika światła odbitego od powierzchni pomieszczenia gdzie montowany jest układ czyli jest możliwość dostosowania intensywności światła widzialnego za pomocą jednostki sterująco-nadzorującej do wymaganych warunków pracy na stanowisku, wynikającą np. z przepisów określających minimalne oświetlenie na stanowisku pracy.

Wynalazek opisano bliżej w przykładzie wykonania oraz na fig. 1 gdzie pokazano schematyczny widok wykonania układu dezynfekcji w oparciu o jedną oprawę rastrową – z każdej strony, na fig. 2 – schemat zasady działania oświetleniowego układu do dezynfekcji wykorzystującego obudowy rastrowe fig. 3 – wykres przedstawiający średni strumień mocy promieniowania lampy UV-C w czasie; fig. 4 – zrzut biurka z naniesionymi miejscami mocy promieniowania UV-C 182 mW/m^2 ; fig. 5 – rozmieszczenie zmodyfikowanych lamp UV-C w badanym pomieszczeniu; fig. 6 pokazano dobre wyniki dozymetrii paskowej biurek po czasie 15 minut naświetlania 15 min. Fig. 4–5 dodatkowo pokazują skuteczność wynalazku.

Przykład

Jak pokazano na fig. 1 – schematyczny widok wynalazku, układ do dezynfekcji zawiera następujące elementy wraz z ich oznaczeniami z fig.

1. Jedno źródło promieniowania UV-C.
2. Jedno źródła promieniowania widzialnego.
3. Czujnika obecności ruchu obiektu wokół układu – czujnik mikrofalowy.
4. Czujnik oświetlenia widzialnego.
5. Moduł ostrzegawczy w postaci głośnika dźwiękowego i kontrolki LED sygnalizujących stan pracy układu w razie niebezpieczeństwa w trakcie dezynfekcji.
6. Jednostka nadzorująco-sterująca (mikrokontroler) powiązana z innymi elementami łącznością bezprzewodową.
7. Główny włącznik zasilania.

Powyżej opisano jakie funkcje poszczególne elementy układu pełnią, i co jak jest powiązane. Układ montuje się np. w pomieszczeniu modułowym gdzie jest wiele boksów pracy. Tryb pracy pokazano schematycznie na fig. 2 – kiedy jest dezynfekcja a kiedy włączane jest światło bezpieczne dla człowieka – pomieszczenie jest bezpiecznie dla użytkownika oświetlane.

W tym przykładzie wykonania zrealizowane poszczególne jednostki/elementy układu w opisany poniżej sposób.

Źródło promieniowania biobójczego UV-C 2 w ilości jednej sztuki stanowi lampa 2 o długości fali poniżej 275 nm Philips TUV 8 18W UV-C. Źródło promieniowania widzialnego 1 jest w postaci świetlówki LED 1 Philips T8 LED tubeEcofit 60 cm 8W 865 6500K 800 lm.

Oba źródła zamontowane są w oprawie rastrowej za pomocą opraw świetlówkowych T8 w znany sposób.

Układ zawiera jeden czujnik ruchu typu mikrofalowego wykrywającego obecność osób w pomieszczeniu na zasadzie radaru dopplera.

Układ zawiera jeden czujnik oświetlenia widzialnego typu zintegrowanego cyfrowego, który umożliwia jak opisano przed przykładem dostosowywanie stopnia intensywności, natężenia oświetlenia np. moc lamp światła widzialnego do panujących warunków oświetleniowych za pomocą jednostki nadzorująco-sterującej tj. w przypadku małej intensywności światła następuje zapalenie większej ilości źródeł światła widzialnego w drugim przypadku zgaszenie. Zastosowano np. czujnik wielopasmowy np. sześciokanałowy czujnik światła widzialnego AS7262 ze zintegrowanymi układami sterującymi do pomiaru natężenia światła na odpowiedniej długości fali aby kontrolować źródło światła bezpiecznego – dostosowywany do zastosowanego źródła światła.

Moduł ostrzegawczy jest w postaci jednego głośnika typu piezoelektrycznego i trzech kontrolki LED sygnalizujących stan pracy układu – tryb pracy – lampy czerwona oznajmia o dezynfekcji, zielona – tryb świecenia, żółta – przerwane działanie z powodu wykrycia ruchu obiektu wokół układu w niebezpiecznym czasie. Głośnik i kontrolki sygnalizujące LED powiązany z jednostką nadzorująco-sterującą za pomocą przewodu sygnałowego oraz powiązane są z oprawą rastrową za pomocą kleju i wpustów w oprawie.

Sposób zamocowania elementów w oprawie rastrowej/kasetonowej np. sufitowej pokazano na fig. 1.

Istotne elementy układu powiązane są bezprzewodowo z jednostką nadzorująco-sterującą tj. źródło promieniowania widzialnego, źródło UV-C, czujnik ruchu, czujnik natężenia oświetlenia do dostosowania stopnia oświetlenia, moduł ostrzegawczy.

Źródło promieniowania widzialnego powiązane z oprawą rastrową za pomocą opraw świetlówkowych t8. Źródło promieniowania UV-C powiązane jest z oprawą rastrową za pomocą opraw znanymi sposobami – zamocowania w oprawie. Czujnik ruchu umieszczony jest w oprawie rastrowej od frontu oprawy za pomocą znanych środków np. śrub. Czujnik oświetlenia powiązany jest z oprawą rastrową i umieszczony od frontu oprawy za pomocą znanych środków np. śrub. Moduł ostrzegawczy powiązany jest z oprawą rastrową w sposób widoczny dla użytkownika – od frontu oprawy za pomocą mocowania w wpustach oprawy.

Jednostka nadzorująco-sterująca powiązana jest ze źródłem promieniowania – zwłaszcza w znaczeniu ze źródłem zasilania źródła promieniowania za pomocą dowolnej technologii umożliwiającej przesyłanie danych i zasilanie oraz jest powiązana z serwerem zewnętrznym gdzie zaaplikowany jest algorytm np. internetowa aplikacja sterująca pracą układu tj. gdzie zapisany jest tryb (harmonogram) pracy układu za pomocą dowolnej łączności danych. Jednostka sterująco-nadzorująca jest zamocowana w obrębie oprawy rastrowej z tyłu oprawy rastrowej, za pomocą znanych środków np. śrub.

Jednostką nadzorująco-sterującą jest w tym przykładzie jest mikrokontroler esp32 i jest ona powiązana bezprzewodowo z serwerem zewnętrznym znajdującym się zdalnie gdzie na serwerze zaimplementowany jest program komputerowy działa np. aplikacja internetowa przechowująca i umożliwiająca ustalić harmonogram i tryb pracy układu w ten sposób, że jednostka sterująco-nadzorująca pobiera i aktualizuje z serwera harmonogram działania w interwale czasu 1 mm. W tym przykładzie jest ustalony następujący harmonogram i tryb pracy działania układu: Działanie odpowiedniego trybu pracy nastawia się w aplikacji internetowej z poziomu przeglądarki internetowej wybierając dane pomieszczenie gdzie umieszczony jest układ – ustala się dzień i godziny dezynfekcji w harmonogramie.

Źródło promieniowania widzialnego powiązane jest z jednostką sterująco-nadzorującą za pomocą przekaźników włączających zasilanie źródła promieniowania, przewodów zasilających i opraw źródła promieniowania – opraw świetlówkowych t8. Źródło promieniowania UV-C powiązane jest z jednostką sterująco-nadzorującą za pomocą przekaźników włączających zasilanie źródła promieniowania, przewodów zasilających i opraw źródła promieniowania opraw świetlówkowych t8 powiązanych z oprawą rastrową, oraz z oprawą rastrową za pomocą opraw świetlówkowych t8. Czujnik ruchu powiązany jest z jednostką sterująco-nadzorującą za pomocą przewodu zasilającego komunikacyjnego oraz z oprawą rastrową za pomocą kleju.

Czujnik oświetlenia powiązany jest z jednostką nadzorująco-sterującą za pomocą przewodu zasilającego komunikacyjnego oraz z oprawą rastrową za pomocą kleju. Moduł ostrzegawczy powiązany jest z jednostką nadzorująco-sterującą za pomocą przewodu zasilającego komunikacyjnego oraz z oprawą rastrową za pomocą kleju. Jednostka nadzorująco-sterująca powiązana oprawą rastrową za pomocą śrub i kleju oraz jest z źródłem zasilania za pomocą przewodu zasilającego. Jednostka nadzorująco-sterująca jest powiązana z serwerem na którym znajduje się internetowa aplikacja sterująca za pomocą łączności bezprzewodowej. Serwer jest elementem zewnętrznym układu. Te elementy są zrealizowane w znany sposób dla osoby w stanie techniki aby realizować i nadzorować pracą układu w sposób prawidłowy i bezpieczny.

W przykładzie realizacji do oprawy rastrowej zamontowano za pomocą złącza t8 .mieszane źródła promieniowania: biobójcze UV-C o długości fali poniżej 275 nm Philips TUV T8 18W UV-C oraz źródło światła widzialnego Świetlówka LED Philips T8 LED tubeEcofit 60 cm 8W 865 6500K 800 lm. W przypadku innych realizacji ilość źródła promieniowania i ich moc jest ustalana w zależności od miejsca zastosowania oprawy rastrowej, jej wymiarów i wymogów warunków oświetlenia stanowiska.

Możliwe jest, że w zależności od wymaganej zwiększonej ilości źródeł kompensowanie mocy światła widzialnego odbywa się poprzez zastosowanie źródeł o większej mocy np. lamp LED zamiast lamp jarzeniowych o mniejszej sprawności i mocy.

Prawidłowość i nadzór niebezpieczeństwem dla zdrowia użytkownika wynikającej z trybu pracy układu – a zwłaszcza dezynfekcji, nadzorowana jest przy użyciu jednostki – modułu nadzorująco-sterującej. Ten nadzór realizowany jest w ten sposób, że podczas zaprogramowanej czasowo dezynfekcji podczas wykrycia obecności osób – ruchu następuje wyłączenie źródeł promieniowania UV-C. Jednostka nadzorująco-sterująca jest wyposażona w łączność bezprzewodową WiFi, a konstrukcja oparta jest na mikrokontrolerze esp32 oraz czujniki wykrywające obecność osób w pomieszczeniu radar Dopplera RCWL-0516 mikrofalowy czujnik ruchu. Jako czujnik światła widzialnego zastosowano MAX44009.

Za pomocą sterownika w trakcie procesu dezynfekcji informuje się o statusie działania oprawy poprzez sygnalizator dźwiękowy: głośnik z generatorem piezoelektrycznym oraz kontrolki (lampy LED) zamontowane w oprawie w widocznym miejscu.

Harmonogram działania dezynfekcji ustalany jest poprzez system zdalny zarządzania, gdzie ustala się status urządzenia, wprowadza się dane dot. pomieszczenia, rodzaj oprawy, datę i godzinę oraz czas trwania dezynfekcji. W przypadku wykrycia obecności osoby znajdującej się w pomieszczeniu, system wyłącza zaplanowaną dezynfekcję, a informacja o tym pozostaje w systemie, dzięki czemu można indywidualnie opracować terminarz dezynfekcji.

W celu sprawdzenia działania układu w/w został podany działania w różnych trybach pracy.

Pierwszy tryb pracy dostosowywał ilość źródeł światła witalnego do ilości promieniowania odbitego od powierzchni. Ilość promieniowania odbitego była rejestrowana za pomocą czujnika MAX44009, a wartość minimalna nastawna wynosiła 500 lumenów eksperyment był przeprowadzany w ciemni gdzie po wyborze trybu pracy następowało zapalenie wszystkich trzech źródeł światła, a w miarę dostarczania promieniowania widzialnego z innych źródeł następowało gaszenie poszczególnych świetlówek wraz z intensyfikacją zewnętrznego promieniowania dostarczonego do czujnika .

Skuteczność trybu odkażającego została sprawdzona poprzez wstawienie do oprawy (Rastra 106 PP) jednej świetlówki Philips UV-C 18W. Pozostałe 3 świetlówki o świetle białym zostały wyłączone. Świetlówka UV-C została wcześniej wyświecona przez 100 godzin.

W celu weryfikacji działania biobójczego oprawy rastrowej wykorzystano spektrofotometr o zakresie 200–1050 nm Spectis 5.0 touch firmy GL Optic. Wartość średnia zmierzona (277 mW/m^2) pomnożona przez 0,80 (współczynnik utrzymania) pokazuje, że wystarczy około 270 s, aby uzyskać wartość energii na poziomie 6 mJ/cm^2 , co według literatury jest odpowiednią dawką promieniowania, umożliwiającą dezaktywację wirusa SARS-COV-2.

Na fig. 3 pokazano wykres przedstawiający średni strumień mocy promieniowania lampy UV-C w czasie.

Dodatkowo wykazano, co pokazano na fig. 4 – zrzut biurka z naniesionymi miejscami mocy promieniowania UV-C 182 mW/m^2 , że średnia dawka promieniowania dla powierzchni biurka przy współczynniku utrzymania 0,80 (starzenie się źródeł, zabrudzenia opraw itp.).

Oznacza to, że dla uzyskania 6 mJ/cm^2 potrzeba 330 s naświetlania.

Takie dane są pożądane dały podstawę do przeprowadzenia badania fizycznego oświetlenia.

Na fig. 5 pokazano rozmieszczenie zmodyfikowanych lamp UV-C w badanym pomieszczeniu.

A odpowiednio na fig. 6 pokazano dobre wyniki dozymetrii paskowej biurek po czasie 15 minut naświetlania 15 min.

Z wykresu na fig. 3 wynika, że wystarczy 270 s działania układu z lampą UV-C aby dostarczyć wartość energii na poziomie 6 mJ/cm^2 , co według literatury jest odpowiednią dawką promieniowania, umożliwiającą dezaktywację wirusa SARS-COV-2.

Bezpieczeństwo działania układu zostało sprawdzone podczas odkażania. Harmonogram pracy po pobraniu przez sterownik z serwera aplikacji internetowej włączył źródło promieniowania UV-C po wprowadzeniu ruchu w obrębie pomieszczenia następowało wykrycie go przez czujnik ruchu i wyłącznie niebezpiecznych dla zdrowia źródeł światła UV-C. Komunikat o przerwanej dezynfekcji widnieje w harmonogramie aplikacji układu.

Układ przedstawiony w przykładzie był stosowany w budynku sali laboratorium Politechniki Gdańskiej w czasie jednego dnia. O prawidłowym procesie dezynfekcji miejsc pracy studentów świadczy pomiar mocy promieniowania dostarczonej do powierzchni biurka czas trwania dezynfekcji pozwala na skuteczne działania w krótkim czasie będącym przerwą między zajęciami laboratoryjnymi.

Zastrzeżenie patentowe

1. Układ do oświetlania i dezaktywacji drobnoustrojów i ich przetrwalników, zwłaszcza inaktywacji wirusów, bakterii i grzybów zawierający źródło światła widzialnego i źródło światła do dezynfekcji, **znamienny tym**, że elementy układu zintegrowane są w obrębie oprawy kasetonowej i zawiera co najmniej jedno źródło promieniowania UV-C, co najmniej jedno źródło promieniowania widzialnego do oświetlania, co najmniej jeden czujnik ruchu typu mikrofalowego lub typu PIR umożliwiający wykrywać ruch obiektu, co najmniej jeden czujnik oświetlenia widzialnego dostosowujący oświetlenie, a ponadto zawiera moduł ostrzegawczy w postaci co

najmniej jednego źródła dźwięku i/lub światła widzialnego, korzystnie co najmniej jednej diody LED, przy czym moduł ostrzegawczy wykonany jest tak aby generować sygnał dźwiękowy i/lub świetlny w zależności od trybu pracy układu, zwłaszcza trybu dezynfekcji, korzystnie w momencie wykrycia ruchu przez czujnik ruchu w trybie dezynfekcji, a ponadto zawiera jednostkę nadzorująco-sterującą wykonaną celem kontroli nad przeprowadzeniem prawidłowej pracy układu.

Rysunki

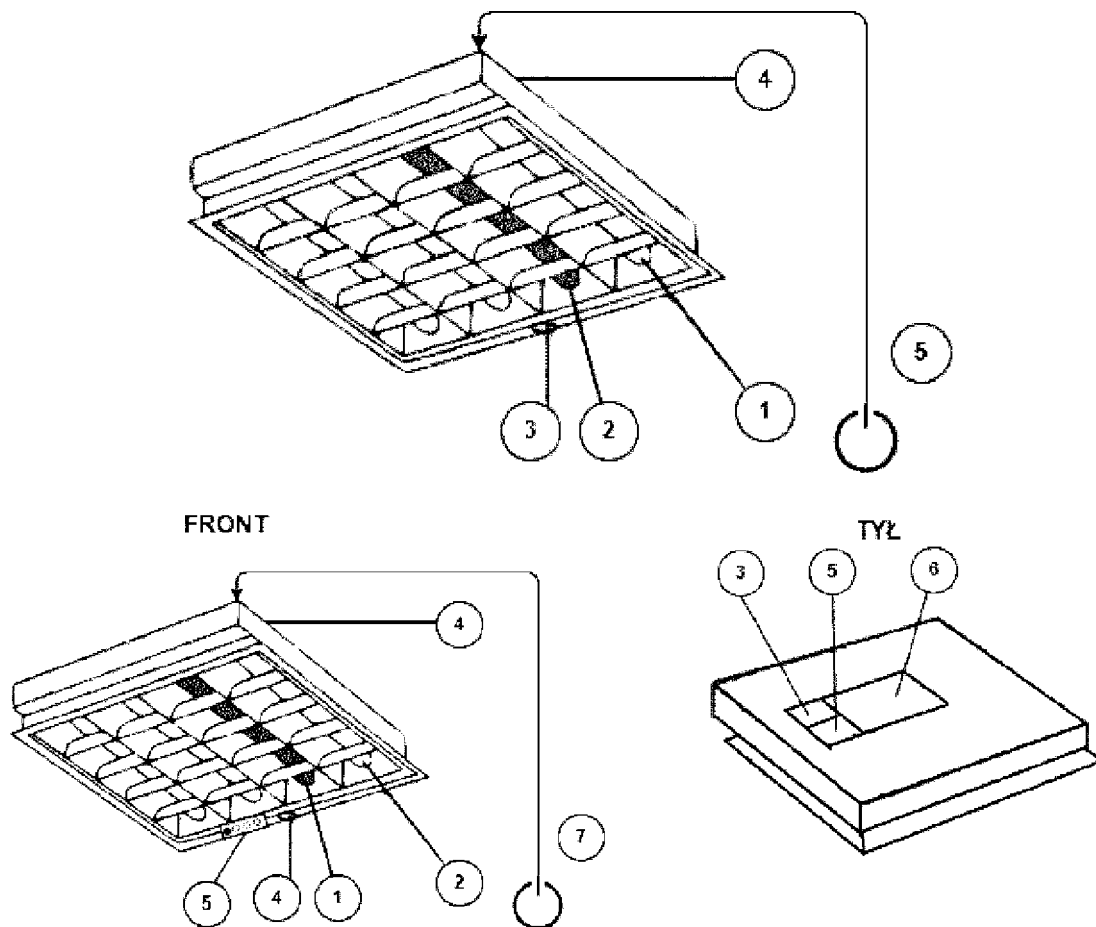


Fig. 1

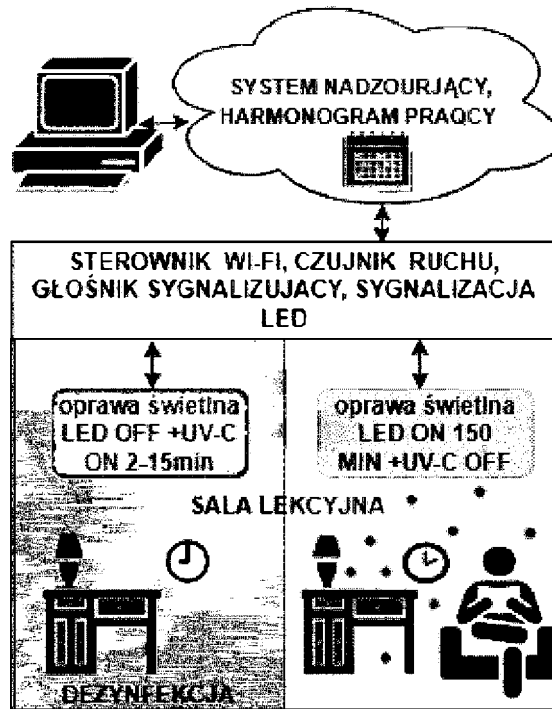


Fig 2

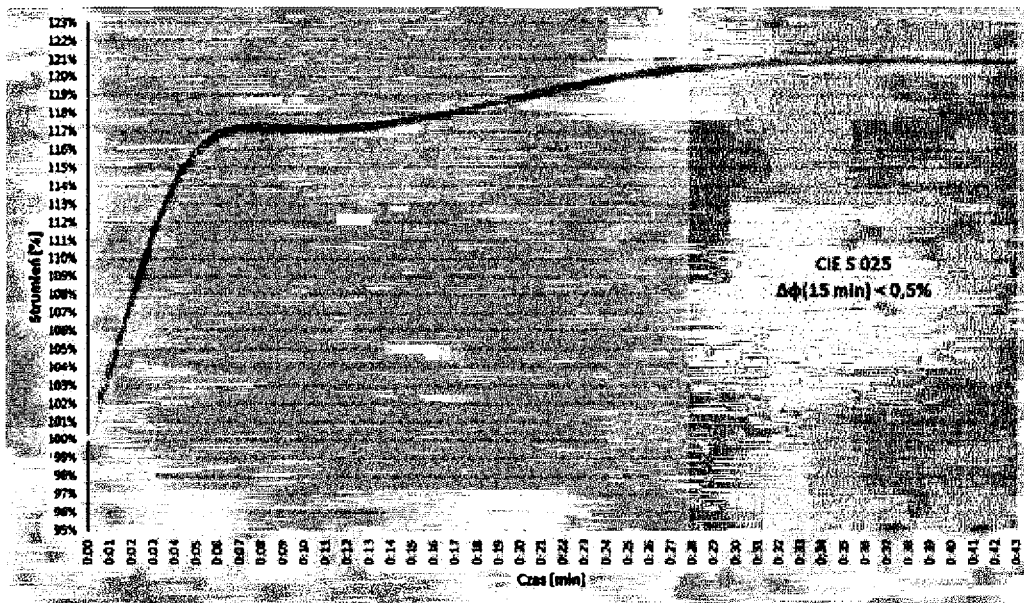
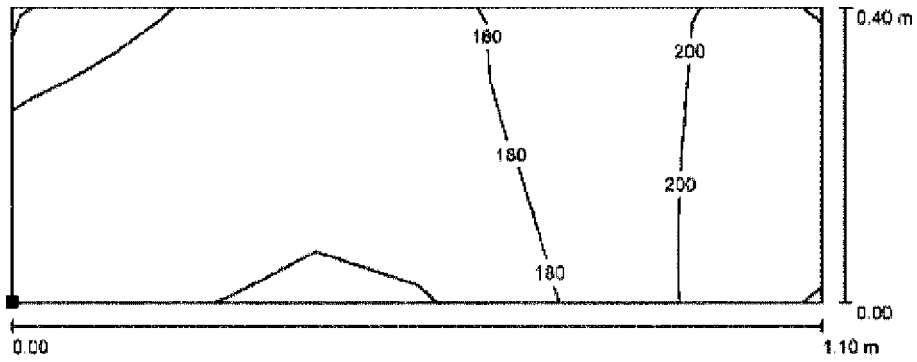
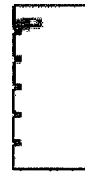


Fig. 3



Położenie powierzchni w pomieszczeniu:
Zaznaczony punkt (9.414 m, 14.134 m, 0.721 m)



Siatka: 8 x 4 Punkty

E_m [lx]
182

Fig. 4

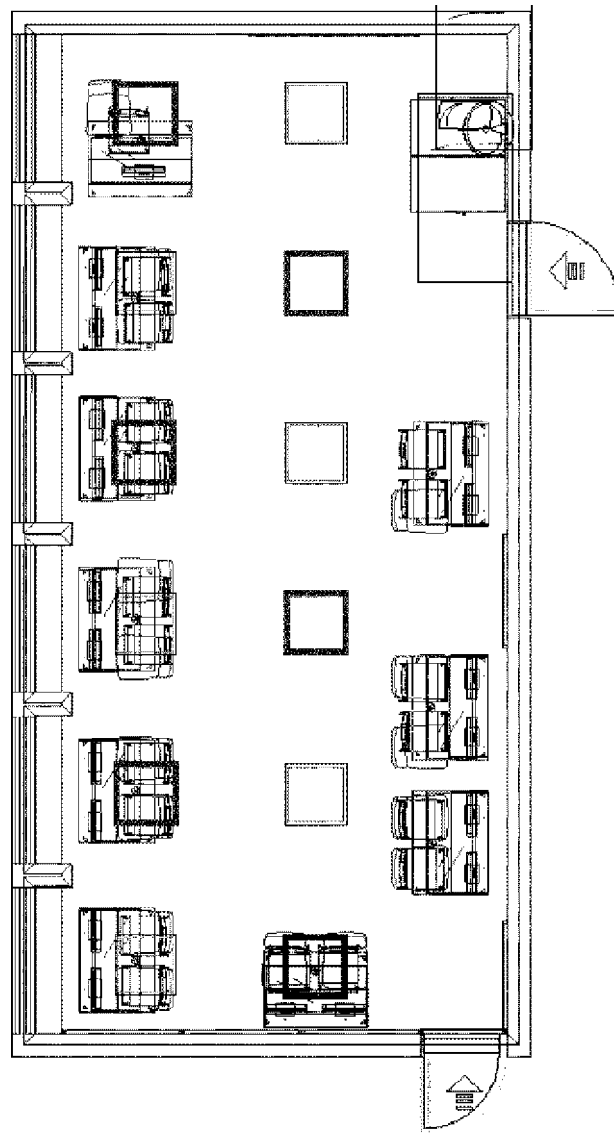


Fig. 5

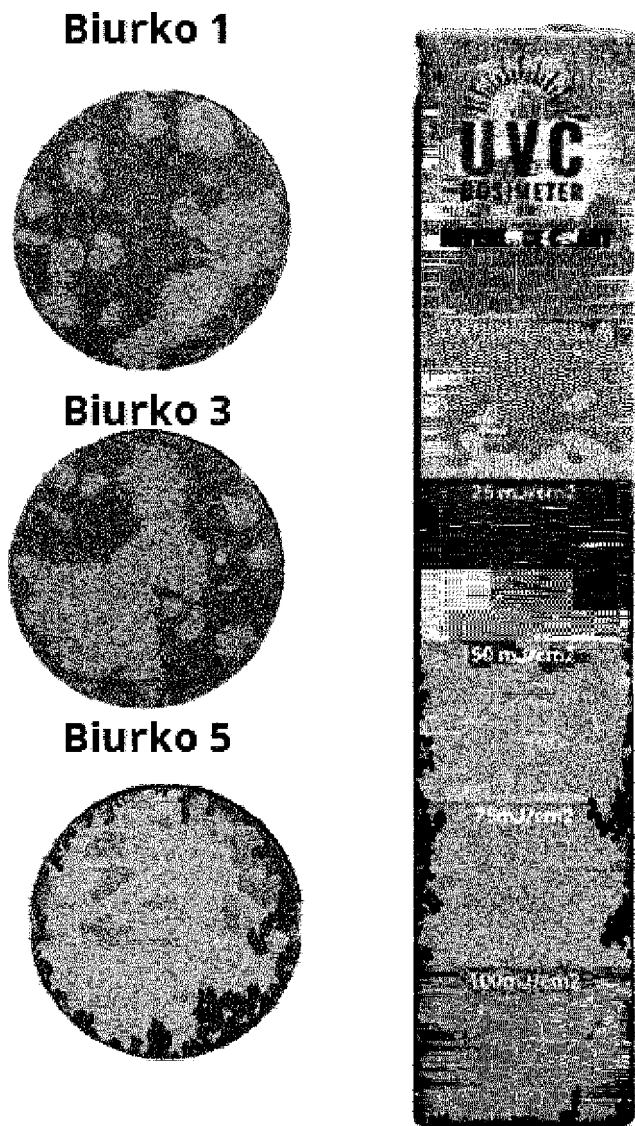


Fig. 6