

Identyfikator dokumentu: 91538

Warszawa, 10.03.2021r.

Iwona Płodzich-Hennig  
Żelazna 28/30/  
00-833 Warszawa  
Adres skrytki elektronicznej: iwona.plodzich.hennig

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej  
Aleja Niepodległości 188/192  
00-950 Warszawa  
skr. poczt. 203

Nasz znak: 47580/20

## Podanie o udzielenie patentu na wynalazek

### TREŚĆ WNIOSKU

Wnoszę o udzielenie  
[patentu na wynalazek](#)

### ZGŁASZAJĄCY

#### 1. ZGŁASZAJĄCY

RODZAJ ZGŁASZAJĄCEGO

[Osoba prawna](#)

NAZWA

[INSTYTUT NISKICH TEMPERATUR I BADAŃ STRUKTURALNYCH IM. WŁODZIMIERZA TRZEBIATOWSKIEGO  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK](#)

ULICA

[Okólna](#)

NR BUDYNKU

[2](#)

NR LOKALU

[brak danych](#)

MIEJSCOWOŚĆ

[Wrocław](#)

POCZTA

[Wrocław](#)

KRAJ

[Polska](#)

KOD POCZTOWY

[50-422](#)

NR TELEFONU

[713435021](#)

E-MAIL

[brak danych](#)

REGON

[000326109](#)

KRS

[brak danych](#)

### PEŁNOMOCNIK

RODZAJ PEŁNOMOCNIKA

[Rzecznik patentowy](#)

IMIĘ

[Iwona](#)

NAZWISKO

[Płodzich-Hennig](#)

FIRMA / ORGANIZACJA RZECZNIKOWSKA

[JWP Rzecznicy Patentowi Dorota Rzążewska sp.k.](#)

ULICA

[Żelazna](#)

NR BUDYNKU

[28/30](#)

NR LOKALU

[brak danych](#)

MIEJSCOWOŚĆ

[Warszawa](#)

POCZTA

[Warszawa](#)

KRAJ

[Polska](#)

KOD POCZTOWY  
00-833

NR TELEFONU  
601883751

E-MAIL  
iwona.plodzich-hennig\_pueup@jwp.pl

## TYTUŁ WYNAŁAZKU

TYTUŁ WYNAŁAZKU

Układ pomiarowy oraz sposób do wyznaczania sprawności konwersji światła z zakresu VIS i NIR na ciepło w nanomateriałach koloidalnych

## TWÓRCA

### 1. TWÓRCA

IMIĘ  
Agnieszka

NAZWISKO  
Paściak

ULICA  
Cesarzowicka

NR BUDYNKU  
4

NR LOKALU  
4

MIEJSCOWOŚĆ  
Wrocław

POCZTA  
Wrocław

KRAJ  
Polska

KOD POCZTOWY  
52-408

### 2. TWÓRCA

IMIĘ  
Artur

NAZWISKO  
Bednarkiewicz

ULICA  
H. Wereszyckiego

NR BUDYNKU  
29

NR LOKALU  
2

MIEJSCOWOŚĆ  
Wrocław

POCZTA  
Wrocław

KRAJ  
Polska

KOD POCZTOWY  
54-704

### 3. TWÓRCA

IMIĘ  
Łukasz

NAZWISKO  
Marciniak

ULICA  
Zatorska

NR BUDYNKU  
61a

NR LOKALU  
23

MIEJSCOWOŚĆ  
Wrocław

POCZTA  
Wrocław

KRAJ  
Polska

KOD POCZTOWY  
51-215

## PODSTAWA PRAWA DO PATENTU NA WYNAŁAZEK

PODSTAWA PRAWA DO PATENTU NA WYNAŁAZEK  
Art.11 ust.3 PWP

## ADRES DO KORESPONDENCJI

IDENTYFIKATOR KONTA UŻYTKOWNIKA W  
PUEUP  
[iwona.plodzich.hennig](mailto:iwona.plodzich.hennig)

## ZAŁĄCZNIKI

### ZASTRZEŻENIA PATENTOWE

L.P.	TYP DOKUMENTU	NAZWA PLIKU	OPIS	ROZMIAR
1	Zastrzeżenia patentowe	2021-03-17 zastrzeżenia patentowe_47580.pdf		457146B

### OPIS WYNAŁAZKU

L.P.	TYP DOKUMENTU	NAZWA PLIKU	OPIS	ROZMIAR
1	Opis wynalazku	2021-03-17 opis wynalazku_47580.pdf		949330B

### INNE

L.P.	TYP DOKUMENTU	NAZWA PLIKU	OPIS	ROZMIAR
1	Rysunki	2021-03-17 rysunki_47580.pdf		353668B
2	Skrót opisu wynalazku	2021-03-17 skrót opisu wynalazku_47580.pdf		379119B

Potwierdzam za zgodność z oryginałem wszystkie załączone dokumenty

## POUCZENIA

W zakresie wynalazków i wzorów użytkowych obowiązują w Polsce następujące akty normatywne:

- ustawa z dnia 30 czerwca 2000 r. – Prawo własności przemysłowej (Dz. U. z 2020 r. poz. 286 z późn. zm.);
- rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 17 września 2001 r. w sprawie dokonywania i rozpatrywania zgłoszeń wynalazków i wzorów użytkowych (Dz.U. z 2001 r. Nr 102, poz. 1119, z 2005 r. Nr 109, poz. 910, z 2015r. poz. 366 oraz z 2016 r. poz. 1840);
- rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 8 września 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie opłat związanych z ochroną wynalazków, wzorów użytkowych, wzorów przemysłowych, znaków towarowych, oznaczeń geograficznych i topografii układów scalonych (Dz.U. z 2016 r., poz. 1623).

### Klauzula informacyjna

Zgodnie z art. 13 ust. 1 i 2 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE (dalej RODO) Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej informuje, że:

1. Administratorem Pani/Pana danych osobowych jest Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej z siedzibą w Warszawie, adres: al. Niepodległości 188/192, 00-950 Warszawa, skrytka pocztowa 203;
2. Inspektor Ochrony Danych, dane kontaktowe: adres: al. Niepodległości 188/192, 00-950 Warszawa, tel. bezpośredni (022) 579 00 25, fax (022) 579 00 01, e-mail: [iod@uprp.pl](mailto:iod@uprp.pl);
3. Pani/Pana dane osobowe przetwarzane będą w celu realizowania zadań Urzędu Patentowego RP określonych przepisami ustawy z dnia 30 czerwca 2000 r. Prawo własności przemysłowej.
4. Podstawą prawną przetwarzania Pani/Pana danych osobowych jest ustawa z dnia 30 czerwca 2000 r. Prawo własności przemysłowej, rozporządzenia wykonawcze do ww. ustawy, umowy międzynarodowe oraz art. 6 ust. 1 lit. c RODO;
5. Pani/Pana dane osobowe mogą być przekazywane do podmiotów publicznych na zasadach obowiązujących w przepisach prawa oraz organizacjom międzynarodowym i organom unijnym, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa i umowami międzynarodowymi, po upływie terminów zastrzeżonych dla nieujawniania informacji o zgłoszeniu;
6. Pani/Pana dane osobowe będą przechowywane przez okres zgodny z zasadami archiwizacji dokumentów w Urzędzie Patentowym RP;
7. Posiada Pani/Pan prawo żądania dostępu do treści swoich danych osobowych, prawo ich sprostowania oraz prawo do ograniczenia ich przetwarzania;

8. Przysługuje Pani/Panu prawo wniesienia skargi do organu nadzorczego właściwego w zakresie ochrony danych osobowych gdy uzna Pani/Pan, że przetwarzanie Pani/Pana danych osobowych narusza przepisy RODO;  
9. Podanie przez Panią/Pana danych osobowych jest wymogiem ustawowym niezbędnym do dalszego procedowania przez Urząd Patentowy RP.

Dokument został podpisany, aby go zweryfikować  
należy użyć oprogramowania do weryfikacji podpisu.

**Data złożenia podpisu:**

2021-03-17T14:04:38.880+01:00

**Podpis elektroniczny**

## **Układ pomiarowy oraz sposób do wyznaczania sprawności konwersji światła z zakresu VIS i NIR na ciepło w nanomateriałach koloidalnych**

Przedmiotem wynalazku jest układ pomiarowy oraz sposób wyznaczania sprawności konwersji światła z zakresu VIS i NIR na ciepło w nanomateriałach koloidalnych.

5            Materiały absorbujące światło oraz konwertujące tę energię na ciepło mają różnorodne zastosowania. Szczególnie istotne są one w terapii fototermicznej nowotworów, w której dedykowane nanocząstki generują ciepło pod wpływem wzbudzenia światłem. Nanocząstki są pokryte specjalnymi powłokami lub związkami, dzięki którym możliwa jest ich kumulacja i selektywne gromadzenie  
10 się w okolicach komórek nowotworowych, które są bardziej wrażliwe na podwyższoną temperaturę niż komórki zdrowe. Dzięki temu taka terapia działa w sposób selektywny i nie wymaga nadmiernego (niepotrzebnego lub szkodliwego) przegrzewania zdrowych tkanek. Jednak zanim opisane materiały  
15 zostaną wykorzystane w terapii *in vivo*, wymagają wszechstronnego przebadania ich właściwości pod względem m.in. biokompatybilności, toksyczności oraz zdolności absorpcyjnych, a także efektywności konwersji światła na ciepło.

Wyznaczenie ostatniego z wymienionych parametrów, tj. efektywności konwersji światła na ciepło nie jest łatwym zadaniem, gdyż najczęściej proponowane w literaturze są rozwiązania pomiarowe, które wymagają  
20 zastosowania dużej objętości próbki [1], są czasochłonne [2], trudne do powielenia [3], lub podatne na wpływ warunków zewnętrznych [4][5]. Pomiar typowo odbywa się przez śledzenie kinetyki zmian temperatury w objętości próbki po włączeniu i wyłączeniu stymulacji optycznej. Temperatura próbki jest mierzona za pomocą termopary lub kamery termowizyjnej w funkcji czasu upływającego od włączenia,  
25 a potem wyłączenia stymulacji optycznej. Na podstawie krzywej zmian temperatury badanej próbki, po uwzględnieniu wielu parametrów materiałowych (ciepło właściwe, masy składników itp.), wyznaczana jest efektywność konwersji światła na ciepło zgodnie z równaniami proponowanymi w literaturze (równania bazujące na krzywej chłodzenia: Roper et al. [3] lub równania bazujące na krzywej  
30 grzania: Wang et al.[1]).

Najprostszy w implementacji i często powielany układ pomiarowy składa się z kuwety spektrofotometrycznej umieszczonej w statywie nad mieszadłem magnetycznym oraz rejestratora temperatury [2]. Taki układ jednak wymaga dużej objętości próbki (1-4,5 ml), ponadto kuweta spektrofotometryczna pozostająca w kontakcie z koloidem jest dużym odbiornikiem ciepła, co ma wpływ na stałą czasową układu, która jest uwzględniana w późniejszych obliczeniach. Wpływ ten zależy między innymi od powierzchni kontaktu kuwety z próbką, materiału z którego wykonano kuwetę oraz sposobu przykrycia kuwety. Ponadto, w takim układzie, ze względu na pojemność cieplną komponentów stan równowagi termicznej uzyskiwany jest po przynajmniej 30 minutach stymulacji optycznej. Konieczny jest również czas na stabilizację termiczną układu przed pomiarem. Aby wyeliminować konieczność szacowania wpływu masy elementów zewnętrznych na stałą czasową układu (od której zależy również efektywność konwersji światła na ciepło) można zastosować układ, w którym próbka będzie mierzona w postaci kropli, dzięki czemu powierzchnia kontaktowa próbki z elementami zewnętrznymi będzie minimalna (brak jest w tym rozwiązaniu pojemnika na przechowywanie koloidu w trakcie pomiaru), a wymagana objętość próbki zredukowana do kilku - kilkunastu mikrolitrów (100-1000 razy mniej niż w rozwiązaniach z kuwetą).

Takie rozwiązanie zaprezentowano w stanie techniki do tej pory w dwóch publikacjach naukowych [4][5], jednak sposób wytwarzania kropli oraz jej pozycjonowania według zaprezentowanych opisów jest trudny do implementacji. Dodatkowy problem stanowi to, że powyższe układy były konstruowane na potrzeby pojedynczego eksperymentu.

Publikacja [4] ujawnia sposób wytwarzania kropli za pomocą strzykawki i utrzymywania kropli na igle wykonanej ze stali nierdzewnej. Kropla była umieszczana (prawdopodobnie ręcznie) w taki sposób, aby czujnik temperatury - główka termopary znajdował się w całości wewnątrz tej kropli. Zgodnie z opisem z publikacji, kropla nie była dokładnie pozycjonowana względem wiązki laserowej, a jej objętość nie była stała. W takim rozwiązaniu końcówka termopary jest niewiele mniejsza niż objętość mierzonej kropli co skutkuje małą wiarygodnością pomiaru. Pozycjonowanie końcówki termopary względem kropli jest kłopotliwe i mało powtarzalne. Ponadto, w opisanej konfiguracji, poważnym problemem jest

możliwość trafienia termopary wiązką lasera w sposób bezpośredni, co może powodować jego grzanie, prowadząc tym samym do zaburzenia pomiaru i małej wiarygodności uzyskanych wyników.

Publikacja [5] opisuje wprowadzenie usprawnienia polegającego na  
5 zastosowaniu do dozowania teflonowej pipety z zamkniętym końcem. Rozwiązanie to pozwoliło na otrzymywanie kropli o stałej objętości 9  $\mu\text{L}$ , którą ustawiano w takiej pozycji, aby wiązka przechodziła dokładnie przez jej środek. Mimo, iż do pomiaru temperatury zastosowano kamerę termowizyjną, to uzyskane krzywe temperaturowe są silnie zaszumione (Fig. S2-S4 we wspomnianej publikacji), co  
10 może wynikać z niekontrolowanego wpływu zakłóceń zewnętrznych na pomiar.

Istnieje zatem potrzeba opracowania rozwiązania do wyznaczania sprawności konwersji światła z zakresu VIS i NIR na ciepło w materiałach koloidalnych, które zapewni możliwość wiarygodnego i powtarzalnego pomiaru  
15 większej ilości próbek o różnych właściwościach fizykochemicznych, a w którym ograniczy się objętość próbki, poprawi dokładność wyznaczania parametrów takich jak temperatura koloidu, wielkość kropli, zaabsorbowana moc, dodatkowo skróci czas pomiaru, dodatkowo wyeliminuje się konieczność czyszczenia elementów dozujących oraz każdorazowego żmudnego pozycjonowania próbki względem wiązki, dodatkowo wyeliminuje się zaburzenia związane z obecnością odbiornika  
20 ciepła (tj. pojemnika na próbkę), a także zredukuje się parowanie kropli w trakcie eksperymentu.

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych wykazano, że powyższe problemy techniczne i ograniczenia znanych metod można rozwiązać zgodnie z niniejszym wynalazkiem.

25 Celem wynalazku jest zapewnienie układu pomiarowego i sposobu do wyznaczania sprawności konwersji światła z zakresu VIS i NIR na ciepło w materiałach koloidalnych, gdzie wyeliminowano ograniczenia czynników takich jak zmiany temperatury zewnętrznej, wilgotności, przepływu powietrza, oraz szumy kamery termowizyjnej, a także usprawniono powtarzalność i łatwość  
30 wytwarzania kropli, poprawiono wiarygodność pomiarów rozmiarów kropli i łatwości jej pozycjonowania w układzie pomiarowym, usprawniono wykonywanie

wielokrotnych pomiarów, które to czynniki mają istotny wpływ na prostotę i precyzję dokonywanego pomiaru.

Przedmiotem wynalazku jest układ pomiarowy do pomiarów efektywności konwersji światła na ciepło w materiałach koloidalnych posiadający układ optyczny zawierający źródło światła, ruchomą przesłonę, soczewkę skupiającą, element półprzepuszczalny, mierniki referencyjnej i właściwej mocy optycznej, układ skupiania wiązki, komorę z próbką formowaną do postaci kropli i kamerę termowizyjną, charakteryzujący się tym, że komora **10** ma umieszczony centralnie system dozowania próbki (dalej jako SD) przyjmującej formę kropli **8**, który składa się z wymiennej końcówki **9** połączonej od góry z uchwytem regulowanym w 3 kierunkach XYZ **12**, dozowników **14** i **15** połączonych przez trójdrożny zawór **16** z uchwytem **12**, przy czym przestrzeń między komorą **10** a uchwytem **12** ma uszczelnienie **11**, oraz w płaszczyźnie obrazowania kropli jest umieszczona skala **13**, przy czym system dozowania próbki (SD) wytwarza krople **8** o zadanej objętości i pozycji względem układu optycznego obejmującego elementy od **1** do **7** i kamery termowizyjnej **18**, przy czym objętość kropli wynosi mniej niż 20  $\mu\text{L}$ .

W układzie według wynalazku komora **10** wykonana jest z materiału izolującego wewnątrz komory od utraty wilgotności, przy czym komora **10** może mieć dodatkowe uszczelniane otwory służące do prowadzenia wiązki, obserwacji kropli, dostarczania próbki oraz korzystnie stosuje się zewnętrzną izolację termiczną **20**, aby zminimalizować wpływ zmian temperatury otoczenia na dokładność pomiaru.

Korzystnie, w układzie według wynalazku źródłem światła jest laser generujący skolimowaną wiązkę (kwazi)monochromatycznego promieniowania o długości fali z zakresu 375-1700 nm.

W układzie według wynalazku połączenia między dozownikami **14** i **15** a trójdrożnym zaworem **16** oraz między trójdrożnym zaworem **16** a uchwytem **12** oraz między uchwytem **12** a wymienną końcówką **9** są elastyczne i szczelne hydraulicznie, są one realizowane przez wężyki wykonane z transparentnego i odpornego chemicznie materiału.



W układzie według wynalazku dozownikiem **14** lub **15** może być pipeta automatyczna lub strzykawka, które formują krople o objętości w zakresie 2-15  $\mu\text{L}$ , przy czym co najmniej jeden dozownik stanowi dozownik precyzyjny próbki o precyzji dozowania nie mniejszej niż 1  $\mu\text{L}$ . W układzie według wynalazku  
5 dozownikami mogą być również pompy infuzyjne czy innego typu urządzenia ssąco-tłoczące, przy czym zastosowanie pipety automatycznej czy strzykawki jest technicznie prostsze i tańsze w realizacji wynalazku.

Dotychczas stosowane w stanie techniki układy pomiarowe formowały krople o stałej objętości 9  $\mu\text{L}$ , co jest utrudnieniem, gdyż w zależności od parametrów  
10 badanej próbki takiej jak gęstość, napięcie powierzchniowe czy kąt zwilżania, ale też geometria końcówki dozującej nie można było uzyskać idealnego kształtu kropli, a tym samym pomiary mogły być zaburzone.

Zastosowanie w układzie według wynalazku precyzyjnego sposobu formowania kropli próbki w szerokim zakresie objętości pozwala na dostosowanie  
15 objętości próbki do parametrów badanej próbki, a tym samym zwiększa precyzję pomiaru.

Dzięki zastosowaniu w układzie według wynalazku wymiennej końcówki **9**, wykonanej z przezroczystego tworzywa odpornego chemicznie oraz precyzyjnego dozownika **14**, istnieje możliwość szybkiego i prostego dostosowania układu  
20 pomiarowego do badania wielu próbek. Zgodnie z wynalazkiem objętość końcówki wynosi od 1 do 200  $\mu\text{L}$ . Minimalizacja objętości badanej próbki, zwłaszcza w przypadku badania roztworów koloidalnych nanokryształów, jest istotnym zagadnieniem z uwagi na fakt, że uzyskanie próbki wymaga przeprowadzenia syntez z użyciem drogich substratów. Ponadto, ze względu na problemy z  
25 możliwością przeskalowania syntez do większych objętości, zmniejszenie objętości próbki wymaganej do pomiaru pozwala ograniczyć koszty analizy i optymalizacji składu próbki. Ponadto, zmniejszenie objętości próbki pozwala na skrócenie czasu potrzebnego na pomiar i pełną charakterystykę jednej próbki. Większość układów pomiarowych znanych w stanie techniki bazuje na dostępnych elementach takich  
30 jak np. kuwety spektrofotometryczne, które wymagają przynajmniej 1 ml objętości próbki. Przy takiej objętości próbki umieszczonej w kuwecie, czas konieczny na zarejestrowanie pełnej krzywej temperaturowej grzania laserowego jest bliski 1

godzinie, co przy konieczności pomiaru większej ilości próbek oraz przeprowadzania kilku powtórzeń oznacza, że pomiary te są bardzo czasochłonne i podatne na długoczasowe fluktuacje elementów układu pomiarowego (źródła światła, wilgotności i temperatury powietrza itp.). Dodatkowo, dostępne w literaturze rozwiązania nawet jeśli pozwalałyby na zmniejszenie objętości próbki, to jednak nie zapewniają możliwości pozycjonowania niewielkiej objętości próbki względem układu optycznego pobudzenia światłem, zapewnienia powtarzalności objętości badanych próbek oraz możliwości uzyskiwania różnych objętości. Kolejną korzystną zaletą wynalazku jest zapobieganie cofaniu się bądź wypychaniu próbki w trakcie pomiaru, co powoduje, że uzyskana kropla **8** jest unieruchomiona i stabilna w czasie pomiaru temperatury.

W korzystnym wariantcie sposobu według wynalazku w układzie optycznym między źródłem światła **1** a kroplą **8** stosuje się przesłonę mechaniczną **3**. Takie rozwiązanie stosuje się, kiedy źródłem światła **1** jest dioda laserowa o niestabilnej mocy tuż po włączeniu. Taka dioda stabilizuje się po około 30 s do 2 minut i w czasie stabilizacji stosuje się mechaniczną przesłonę. W przypadku zastosowania jako źródła światła **1** diody laserowej uzyskującej stabilną moc natychmiast po włączeniu, stosowanie przesłony nie jest konieczne, gdyż włączenie źródła może wówczas odbywać się na drodze elektronicznej.

Specjaliści w dziedzinie docenią to, że układ według wynalazku pozwala na precyzyjne pozycjonowanie próbki względem wiązki promieniowania a także, że układ według wynalazku pozwala na eliminację licznych zakłóceń mających wpływ na dokładność pomiaru.

Przedmiotem wynalazku jest także sposób pomiaru efektywności konwersji światła na ciepło w materiałach koloidalnych realizowany za pomocą opisanego wyżej układu pomiarowego. Sposób charakteryzuje się tym, że do uchwytu **12** mocuje się wymienną końcówkę **9**, pod którą podstawia się naczynie z wodą destylowaną, ustawia się zawór **16** w pozycji S (fig.2), za pomocą dozownika **15** wytwarza się podciśnienie zasysając do układu wodę destylowaną aby wypełniła szczelnie cały system dozowania (SD) kropli **8** do zaworu **16** bez pęcherzyków powietrza, po czym odstawia się naczynie z wodą destylowaną i nabiera się powietrze, następnie ustawia się zawór **16** w pozycji P (fig.2) i podstawia się pod

końcówkę **9** roztwór badanej próbki, następnie za pomocą dozownika precyzyjnego **14** pobiera się roztwór badanej próbki, i wytwarza się kroplę **8** o objętości mniejszej niż 20  $\mu\text{L}$ , po czym ustawia się zawór w pozycji zamkniętej **0** (fig.2), schemat ideowy wytwarzania kropli przedstawiono na fig.3., następnie uruchamia się źródło światła **1** generujące wiązkę promieniowania o długości w zakresie 375-1700 nm, którą to wiązkę przepuszcza się przez kroplę **8**, po czym ustawia się położenie uchwytu **12** z podłączoną końcówką **9** tak, aby wiązka światła przechodziła dokładnie przez środek kropli **8** i padała na miernik mocy **6**, następnie zwiększa się moc wiązki światła do wartości docelowej, przy czym moc promieniowania dostosowuje się do rodzaju próbki i detektora mocy optycznej oraz rozdzielczości kamery termowizyjnej, korzystnie stosuje się moc wiązki światła w zakresie 1-500 mW.

W wariacie sposobu według wynalazku, gdzie jako źródło światła **1** stosuje się diodę laserową o niestabilnej mocy tuż po włączeniu, przed dokonaniem pomiaru i ustawieniem docelowej mocy wiązki światła przysłania się przesłonę **3**, ustawia się wartości docelowe mocy wiązki światła i przesłonę **3** odsłania się w celu dokonania pomiaru.

Zgodnie ze sposobem według wynalazku za pomocą kamery termowizyjnej dokonuje się rejestracji tempa zmian i wartości temperatury badanej próbki w czasie jej oświetlania wiązką światła poprzez układ optyczny, rejestruje się obraz otoczenia kropli i samej kropli w celu wyznaczenia jej objętości, a także przeprowadza się analogiczny pomiar w tych samych warunkach dla kropli czystego rozpuszczalnika, następnie na podstawie uzyskanych parametrów, oraz znajomości mocy wiązki pobudzającej przed i za próbką, wyznacza się współczynnik efektywności konwersji światła na ciepło badanej próbki.

Dzięki precyzyjnemu pozycjonowaniu kropli względem wiązki, możliwy jest pomiar transmitancji optycznej próbki oraz wyznaczenie jej absorbancji. Objętość kropli i absorbancja kropli są parametrami niezbędnymi do analizy i obliczania sprawności konwersji światła na ciepło. Równocześnie, pomiarem referencyjnym niezbędnym do wyznaczenia absorbancji jest natężenie wiązki światła laserowego za kroplą czystego rozpuszczalnika (bez domieszek nanokryształów).

W przypadku wiązki nieskolimowanej (rozbieżnej) pozycjonowanie kropli **8** względem osi układu optycznego (osi Z) może się wiązać ze zmianami gęstości mocy optycznej wiązki padającej na próbkę. Dlatego korzystne jest stosowanie wiązki laserowej, którą można w prosty i wygodny sposób kształtować i  
5 kolimować. W korzystnym wariantcie układu wiązka laserowa jest w układzie kształtowana w taki sposób, aby jej średnica była mniejsza niż średnica kropli, a przewężenie wiązki nie zmieniało się w sposób znaczący co najmniej na długości równej średnicy kropli. Zatem sposób według wynalazku pozwala na dostosowanie parametrów wiązki optycznej do rodzaju badanej próbki. Ponadto, zgodnie ze  
10 sposobem według wynalazku próbką referencyjną jest rozpuszczalnik – korzystnie, gdy jest nim woda, dla której również mierzy się kinetykę przyrostu temperatury i uwzględnia się ją przy wyznaczaniu efektywności konwersji światła na ciepło badanej próbki, przy czym zgodnie ze sposobem według wynalazku może to być dowolny inny niż woda rozpuszczalnik, który pozwala formować próbkę do postaci  
15 kropli.

Korzystnie w sposobie według wynalazku przez cały czas pomiaru komora **10** jest izolowana przed utratą wilgoci i wpływem zmian temperatury otoczenia. Poza tym, przed dokonaniem pomiaru zasadniczego bada się szczelność układu pomiarowego.

Przy wyznaczaniu sprawności konwersji światła z zakresu VIS i NIR na ciepło w materiałach koloidalnych ważne jest aby eliminować wszelkie czynniki mogące wpłynąć na nieprawidłowy odczyt, przykładowo główka termopary jest rozmiarów proporcjonalnych do obiektu mierzonego więc jest odbiornikiem ciepła, może również absorbować promieniowanie laserowe, itd. Pozycjonowanie główki termopary (średnica około 1-1,5 mm) jest również kłopotliwe i technicznie trudne, i może doprowadzić do bezpośredniego oświetlenia termopary wiązką laserową, a tym samym może prowadzić do znacznego wypaczenia wyników – tj. do pozornego zwiększenia wyznaczonej w ten sposób sprawności konwersji światła na ciepło dla badanej próbki. Ponadto, rozmiar termopary jest niewiele mniejszy niż średnica generowanej kropli, co może istotnie zaburzyć wiarygodność pomiarów i uzyskanych wyników.

Poza tym, pomiar za pomocą termopary może być zbyt mało precyzyjny, gdyż jest to pomiar punktowy i położenie termopary względem niewielkiej kropli oraz wiązki lasera może krytycznie wpłynąć na odczytywaną temperaturę (np. inna temperatura zostanie odczytana przy brzegu kropli niż w jej środku). Występuje również ryzyko, że podczas pomiaru tak małego obiektu jakim jest kropla, porównywalnego rozmiarowo z czujnikiem termopary, nastąpi zaburzenie warunków pomiarowych i sposób wykonania pomiaru wpłynie na mierzoną wartość. Istnieje również niebezpieczeństwo, że wiązka laserowa (co jest szczególnie kłopotliwe dla wiązki z zakresu podczerwieni, niewidocznej dla ludzkiego oka) będzie oświetlała termoparę bezpośrednio, co doprowadzi do zaburzenia odczytów temperatury, oraz do braku powtarzalności uzyskiwanych wyników wynikających głównie z braku powtarzalności pozycjonowania termopary względem kropli.

W związku z tym zaproponowano rozwiązanie polegające na zastosowaniu do wyznaczenia krzywych temperaturowych kamery termowizyjnej wyposażonej w soczewkę powiększającą w celu uzyskania powiększenia typu macro, ze względu na mechanizm pracy kamery termowizyjnej – tj. rejestracji światła z zakresu 5-17  $\mu\text{m}$ , przy czym soczewka **17** jest transparentna w tym samym zakresie spektralnym w którym pracuje kamera termowizyjna.

W analizie wyników w modelu Ropera [3] przyjmuje się w obliczeniach całą masę układu pomiarowego, a nie tylko masę próbki. Próbka mająca styczność z dodatkowymi elementami wolniej zmienia swoją temperaturę, co powoduje zwiększenie stałej czasowej układu. Efekt ten jest zależny również od geometrii układu oraz sposobu pomiaru (np. powstają gradienty temperatury na elementach zewnętrznych), więc aby pomiar był jak najbardziej wiarygodny, konieczna jest minimalizacja powierzchni kontaktu próbki z otoczeniem. Problem ten rozwiązuje niniejszy wynalazek, który umożliwia uformowanie próbki w postaci stabilnej kropli **8** o ustalonej objętości i ustalonym położeniu, gdyż wówczas powierzchnia styku próbki z elementami zewnętrznymi jest minimalna.

Ponadto, ważną cechą układu według wynalazku jest zapewnienie na czas pomiaru izolacji próbki od czynników zewnętrznych, które mogłyby zafałszować wyniki pomiaru. W rozwiązaniu według wynalazku najważniejszą rolą komory **10**

jest utrzymanie podwyższonej wilgotności i minimalizacja ruchów powietrza w obszarze pomiarowym. W celu zapewnienia dodatkowej izolacji próbki od czynników zewnętrznych komora **10** może mieć dodatkowe uszczelniane otwory. Do uszczelnienia górnej części komory stosuje się na przykład folię typu parafilm **11**, a do uszczelnienia otworów na soczewki czy drzwiczki stosuje się pastę silikonową. Dzięki takiemu rozwiązaniu można zachować stabilność warunków pomiarowych próbki **8**, na przykład uzyskiwać podwyższoną wilgotność rzędu 90% poprzez umieszczenie wewnątrz komory **10** źródła wilgoci np. w postaci namoczonych w wodzie pasków bibuły. Korzystną konsekwencją utrzymywania podwyższonej wilgotności w komorze jest fakt, że parowanie kropli jest minimalne, dzięki czemu zmiany objętości kropli mogą być pominięte w pomiarze.

Zgodnie z wynalazkiem komora **10** może być wykonana z materiału PLA metodą druku 3D lub być wykonana z innego materiału zapewniającego szczelność. Układ pomiarowy zawiera dodatkową izolację **20**, na przykład ze styropianu o grubości powyżej 5 mm lub innego materiału zapewniającego izolację termiczną.

W rozwiązaniu według wynalazku źródłem światła **1** może być dioda laserowa generująca promieniowanie o długości fali w zakresie 375-1700 nm, światła widzialnego lub podczerwieni (do 1,7  $\mu\text{m}$ ). Zwłaszcza w przypadku badania próbek o znaczeniu biologicznym korzystnie stosuje się długości fali odpowiadających tzw. oknom optycznym skóry. Możliwe jest też stosowanie innych źródeł światła takich jak laser (gazowy, na ciele stałym, itp.) lub lampa (halogenowa, halidkowa itp.), ze światłowodem lub bez.

Przyrosty temperatury obserwowane w wyniku oświetlania próbki wiązką laserową zależą przede wszystkim od absorpcji i stężenia próbki, efektywności konwersji światła na ciepło próbki oraz mocy lasera. Chociaż duży przyrost temperatury jest korzystny z perspektywy dokładności i rozdzielczości 5 temperaturowej pomiaru kamerą termowizyjną, powoduje on szybsze parowanie kropli, które może zaburzyć wyniki pomiaru, stąd nadmierne przegrzewanie próbki nie jest w tym układzie zalecane. Z kolei dokładność pomiaru temperatury kamerą termowizyjną podana przez producenta wynosi 2°C, co jest niewystarczające do pomiaru niewielkich (<5°C) przyrostów temperatury, stąd aby zadośćuczynić tym 10 przeciwnym wymaganiom, w sposobie według wynalazku dokonuje się

pomiaru różnicowego: w tle kropli i w polu widzenia kamery termowizyjnej, umieszczana jest tam zwilżona bibułka oraz wyznaczana jest różnica pomiędzy temperaturą powierzchni kropli a temperaturą tła. Ocenę stabilizacji wilgotności oraz temperatury wewnątrz komory wilgotnościowej po wytworzeniu kropli można

5 więc dokonać obserwując różnice pomiędzy temperaturą kropli a temperaturą tła w czasie: początkowo są one zwykle różne i zmieniają się relacje pomiędzy nimi, natomiast po kilku minutach stabilizacji (zazwyczaj około 5 min. – jest to zależne od warunków zewnętrznych) różnica temperatur jest nie większa niż ok.  $0,1^{\circ}\text{C}$  i nie zmienia się w czasie – to oznacza, że stabilizacja temperaturowo-wilgotnościowa

10 została osiągnięta. Takie podejście, jest w stanie eliminować krótko- i długoczasowe dryfty czułości kamery termowizyjnej, gdyż absolutne pomiary temperatury dla obszaru mierzonego i referencyjnego są mierzone równocześnie – tzn. pochodzą z tej samej klatki filmu z zarejestrowaną kinetyką zmian temperatury. Ze względu na wpływ temperatury na szybkość parowania, nie zaleca się

15 prowadzenia pomiarów przyrostu temperatury wyższych niż  $8^{\circ}\text{C}$ , jednak zakres ten jest wystarczający do pomiarów konwersji światła na ciepło, gdyż w przypadku mocniej grzejących się próbek wystarczy zmniejszyć moc lasera bądź rozcieńczyć próbkę. Dla przykładu, ciepło parowania wody przy  $22^{\circ}\text{C}$  wynosi  $2446,3\text{ kJ/kg}$ , a przy  $30^{\circ}\text{C}$  wynosi  $2430\text{ kJ/kg}$ , a zatem różnica w skrajnym

20 przypadku nie przekracza 1%.

Przedmiot wynalazku uwidoczniono na figurach rysunku, na których:

Fig.1 przedstawia układ pomiarowy do pomiarów efektywności konwersji światła na ciepło koloidalnych materiałów.

Wykaz oznaczeń:

1. Źródło światła (dioda laserowa)
2. Światłowód doprowadzający wiązkę laserową
3. Ruchoma przesłona
4. Soczewka skupiająca
- 25 5. Element półprzepuszczalny (płytką szklaną)
6. Miernik mocy optycznej (pomiar referencyjny)
7. Układ skupiania wiązki (soczewka skupiająca + obiektyw)
8. Próbkę w formie kropli
9. Wymienna końcówka (do pipety automatycznej)
- 30 10. Uszczelniana komora wilgotnościowa
11. Uszczelnienie górnej części komory z parafilmu (elastyczne)

12. Przejściówka pomiędzy końcówką (9) a elastycznym węzłem przytwierdzona do stolika XYZ zapewniającego ruchomość końcówki
13. Skala do kalibracji kamery i określenia wielkości kropli
14. Dozownik precyzyjny (np. pipeta)
- 5 15. Dozownik (np. strzykawka)
16. Trójdrożny zawór
17. Element transmisyjny dla promieniowania z zakresu pracy kamery termowizyjnej (np. soczewka germanowa)
18. Kamera termowizyjna
- 10 19. Miernik mocy optycznej (pomiar transmisji za próbką)
20. Izolacja termiczna

Fig.2 przedstawia trójdrożny zawór suwakowy do sterowania wytwarzaniem kropli, złożenie ilustruje schemat połączeń wewnętrznych.

Fig.3 przedstawia schemat możliwych połączeń i funkcjonalności zaworu z pipetą oraz strzykawką w trakcie wytwarzania kropli.

Fig.4 przedstawia schemat przykładowo wykonanej komory wilgotnościowej.

Fig.5 przedstawia przekrój wykonania elementu **12** do mocowania końcówki służącej do wytwarzania kropli.

Wynalazek przedstawiono bliżej w przykładzie wykonania, który nie ogranicza jego zakresu.

### 15 **Przykład 1. Układ pomiarowy**

W układzie pomiarowym jak przedstawiono na fig.1 jako źródło światła **1** wybrano diodę laserową o długości fali 793nm (Changhun New Industries) 3W. Zastosowano światłowód **2** o transmisji w zakresie 400-2200 nm (M45L01, Thorlabs). Przesłonę **3** zrealizowano jako prostopadłościenny element z PLA, który  
20 można swobodnie wkładać i wyjmować wraz z podłużnym mocowaniem przechodzącym na wylot przez izolację termiczną. Płytką półprzepuszczalną **5** jest płaska płytka szklana o grubości 1 mm. Jako typowe elementy optyczne wybrano elementy firmy Thorlabs: soczewkę **4** o ogniskowej 25 mm, jako element **7**: soczewkę o ogniskowej 50 mm i obiektyw 5/0.1, jako detektory mocy optycznej **6**  
25 i **19** zastosowano głowice S121C .

Zastosowano końcówkę **9** o pojemności od 1 do 200  $\mu$ L (HTL). Komorę **10** wykonano zgodnie z projektem widocznym na fig.4 z tworzywa PLA.



Uszczelnienie **11** zrealizowano za pomocą parafilmu przyklejonego pomiędzy elementami **10** i **12**. Element **12** wykonano na podstawie projektu zilustrowanego na fig.5. Skalę **13** wykonano w postaci dwóch podłużnych, równoległych względem siebie prostopadłościennych elementów umieszczonych w znanej odległości 5 względem siebie (6 mm) przymocowanych do elementu **12** prostopadle do osi wiązki w taki sposób, aby nie przesłaniały osi optycznej. Jako dozowniki zastosowano **14** pipetę automatyczną LabMate Pro 20 oraz **15** strzykawkę 2 ml Luer DicoNex. Zawór **16** wykonano zgodnie z opisem zamieszczonym w przykładzie. Jako element umożliwiający transmisję podczerwieni **17** do pomiarów 10 termowizyjnych zastosowano soczewkę germanową Thorlabs o średnicy 1 cala, grubości 2 mm i ogniskowej 50 mm. Do obserwacji temperatury wykorzystano kamerę termowizyjną **18** T540 (FLIR). Izolację termiczną **20** wykonano ze styropianu o grubości 5 cm.

### Przeprowadzenie pomiaru

15      Próbka nanokoloidalnego złota charakteryzowała się większym kątem zwilżania niż woda, stąd przed pomiarem rozcieńczono ją 16-krotnie. Uformowanie w postaci stabilnej kropli wymagało ustawienia mniejszej niż typowa objętości, 6  $\mu\text{L}$ . Eksperymentalnie dobrano moc wiązki laserowej równą na wyjściu układu optycznego 136 mW, która doprowadziła do przyrostu temperatury bliskiego 4 °C 20 na kamerze termowizyjnej po ustawieniu parametrów: emisyjności wody (0,90) temperatury otoczenia (22 °C), odległości obiektu mierzonego (0,1 m). Umieszczono paski zwilżonej bibuły wewnątrz komory wilgotnościowej na jej brzegach oraz we wgłębieniu drzwiczek w taki sposób, by nie przesłaniała wiązki. Przygotowano system dozowania (SD) i uformowano kroplę **8** wody 25 (rozpuszczalnika) zgodnie z procedurą. Obserwując wiązkę padającą na miernik mocy **19** ustalono z pomocą stolika XYZ położenie kropli, tak, aby wiązka po przejściu przez kroplę padała dokładnie na środek głowicy. Następnie na kamerze termowizyjnej zarejestrowano obraz termiczny kropli przed eksperymentem przy otwartych drzwiczkach komory, tak aby zapewnić większy kontrast. Po 30 zarejestrowaniu obrazu zamknięto drzwiczki komory **10**, ustawiono przesłonę **3** w pozycji zamkniętej, oraz osłonięto układ styropianem **20**. Po upływie 5 minut (w celu stabilizacji temperatury i wilgotności w komorze) włączono diodę, a po

upływie kolejnych dwóch minut (w celu stabilizacji diody laserowej) rozpoczęto rejestrację pomiaru temperatury oraz mocy optycznej. Po 30 sekundach usunięto przesłonę i za pomocą kamery termowizyjnej rejestrowano przyrost temperatury oraz za pomocą mierników mocy rejestrowano moc optyczną przed i za próbką. Po 5 kolejnych 2 minutach wyłączono diodę i w sposób ciągły rejestrowano za pomocą tej samej kamery spadek temperatury. Po ustabilizowaniu się temperatury otwarto drzwiczki komory aby uwidocznić kroplę i zarejestrować jej wielkość. Po pomiarze wykonanym dla kropli wody procedurę powtórzono dla próbki nanokoloidalnego złota w wodzie.

10 Na podstawie wyników cząstkowych, ustalono, że absorbancja próbki wynosi 0,027, przyrost temperatury 4,3 °C, przy masie kropli 5,6 mg. Uzyskano parametr  $a$  (opisany w rozdziale Analiza danych) równy 0,357 dla próbki oraz 0,023 dla wody, co prowadzi do efektywności konwersji światła na ciepło równej 95%.

#### **Analiza danych**

15 Aby uzyskać informacje o temperaturze kropli, wybrano w programie kamery termowizyjnej eliptyczny obszar analizy odpowiadający całej kropli z wyłączeniem jej krawędzi. Równocześnie wybrano obszar tła z obszaru za kroplą (zwilżona bibułka). Dla tych dwóch obszarów wyznaczono wartości średnie zmian temperatury w czasie trwania całego eksperymentu. Następnie dane te 20 wyeksportowano i po odjęciu wartości temperatury tła od temperatury kropli uzyskano kinetykę względnych zmian temperatury. Z krzywej tej wydzielono krzywą grzania i dopasowano krzywą opisaną równaniem [1]:

$$T(t) = T_0 + \frac{a}{b} [1 - e^{-bt}]$$

Na podstawie dopasowania wyznaczono parametr  $a$  z powyższego równania 25 Aby uzyskać informację o absorbancji pobrano dane z miernika mocy optycznej. Dane te odpowiadają transmisji światła za próbką. Na podstawie natężenia wiązki wyznaczono następnie absorbancję próbki:

$$A_\lambda = \log \frac{I_{H_2O}}{I_k}$$

30 Gdzie  $I_{H_2O}$  to moc optyczna za kroplą wody (rozpuszczalnika) i  $I_k$  to moc optyczna wiązki laserowej za kroplą próbki o tej samej drodze optycznej (tej samej wielkości).

Moc dostarczoną do kropli (I) wyznaczono na podstawie znajomości proporcjonalnej do niej mocy referencyjnej. Współczynnik proporcjonalności wyznaczono zawczasu umieszczając tymczasowo miernik mocy w komorze wilgotnościowej bez kropli.

5 Rozmiar kropli wyznaczono na podstawie obrazów z kamery termowizyjnej przed, po, oraz w trakcie eksperymentu. Na podstawie tych obrazów wyznaczono wielkość kropli przed, po oraz w trakcie eksperymentu dla próbek oraz, ze względu na niewielki przyrost temperatury i związany z tym niewielki kontrast, przed oraz po eksperymencie dla wody. Pomiar wielkości kropli polegał na wyznaczeniu  
10 objętości symetrycznej kropli na podstawie jej obrazu na kamerze termowizyjnej, a następnie przeliczeniu tej objętości w jednostkach centymetry sześciennego bazując na skali milimetrowej służącej do kalibracji powiększenia optycznego kamery termowizyjnej. Przy mało stężonych próbkach, z dobrym przybliżeniem objętość odpowiada masie próbki podzielonej przez gęstość rozpuszczalnika.

15 Na podstawie powyższych danych wyznaczona została efektywność konwersji światła na ciepło zgodnie z równaniem:

$$\eta_Q = \frac{(a - a_{H_2O})m_k C_k}{I(1 - 10^{-A_\lambda})}$$

Jako pojemność cieplną kropli  $C_k$  przyjęto pojemność cieplną wody w temperaturę 20°C (4180 J/kg\*K).

20

#### ***Procedura formowania kropli:***

Na fig. 3 przedstawiono metodologię formowania kropli za pomocą dozowników cieczy i zaworu trójdrożnego (fig.2) oraz końcówki pipety zamocowanej w uchwycie (fig.5) połączonym hydraulicznie z wyjściem zaworu trójdrożnego.

- 25 1. Wymienną końcówkę (fig.3-1) zamontować w układzie (wsunąć w przejściówkę - fig.5)
2. Pod końcówkę podłożyć naczynko (fig.3-2) z wodą destylowaną (potrzebne około 1,5 ml)
3. Zawór trójdrożny ustawić w pozycji S (fig.3-3)
- 30 4. Za pomocą strzykawki wciągnąć wodę (fig.3-4) tak, by wypełniła bez pęcherzy powietrza cały układ dozowania (woda powinna być widoczna za zaworem)
5. Odsunąć naczynko i nabrać powietrze do wysokości około 2 cm (fig.3-5)
6. Ustawić zawór trójdrożny (fig.3-6) w pozycji 0 – zamknięty
- 35 7. Przygotować próbkę (zdyspergować i przelać do niewielkiego naczynia) i postawić pod wymienną końcówkę (fig.3-7)

8. Ustawić zawór trójdrożny (fig.3-8) w pozycji P
9. Za pomocą pipety nabrać próbkę (fig.3-9),
10. Z całej objętości wytworzyć kroplę (fig.3-10)
11. Ustawić zawór trójdrożny (fig.3-11) w pozycji 0 – zamknięty
- 5 12. Zamknąć i uszczelnić komorę pomiarową (fig.4)
13. Rozpocząć właściwy pomiar

### **Przykład 3. Schemat przejściówki na końcówkę do układu XYZ**

Przykładowy element łączący hydraulicznie końcówkę formującą kroplę z układem dozowników kropli, i służący do mocowania całego systemu dozowania (SD) do stolika XYZ przedstawiona jest schematycznie na fig.5. Przy wykonaniu tego elementu istotne jest, aby zawierał on 3 elementy: 1 – wlot/wylot przejściówki dopasowany szczelnie do elastycznego węża, 2 – wlot/wylot z kątem dopasowanym szczelnie do końcówki (do umocowania wymiennej końcówki), 3 – połączenie przejściówki ze stolikiem XYZ zrealizowane w sposób ustalający jednoznacznie położenie końcówki, poprzez trwałe i stabilne przymocowanie np. przy pomocy dwóch śrub. Element powinien być wykonany z niekorodującego materiału zapewniającego sztywność konstrukcji.

### **Przykład 4. Przykładowy schemat zaworu**

Trójdrożny zawór o zerowej objętości martwej w położeniu S i układzie połączeń wewnętrznych przedstawiono na fig.2. Główne elementy zaworu, w postaci płaskich płytek z kanalikami i otworami, wyfrezowano z laminatu FR4. W celu zachowania szczelności, współpracujące miedziane powierzchnie wypolerowano, uszczelniono niewielką ilością wazeliny technicznej i dociśnięto do siebie. Wyjście (WY) oraz wejścia (WE1 od strony pipety i WE2 od strony strzykawki) kanalików wykonano z miedzianych rurek kapilarnych przylutowanych do laminatu. Połączenia pomiędzy wyjściami a pozostałymi elementami zrealizowano za pomocą elastycznych wężyków. Połączenie elementu 16 z 12 powinno być zrealizowane za pomocą węża wykonanego z transparentnego materiału, w celu umożliwienia monitorowania poziomu cieczy w układzie dozującym i kontroli, czy nie powstają wewnątrz pęcherzyki powietrza.

### **Przykład 5. Układ pomiarowy 15-20**

Element 14 układu pomiarowego przedstawionego na fig.1 stanowi pipeta automatyczna umożliwiająca precyzyjne dozowanie kropli o objętości ~10 µl, np.

2-20  $\mu\text{l}$ , natomiast element **15** stanowi strzykawka do wypełniania układu wodą, o objętości 1 ml lub większej. Na końcu układu znajduje się miernik mocy optycznej **19**, który umożliwia wykonanie pomiaru absorbancji próbki. Kamera termowizyjna **18** rejestruje obraz temperatury 2D uzyskiwany za soczewką germanową lub  
5 filtrem **17** – przykładowo soczewką o średnicy 1 cala, grubości 2 mm i ogniskowej 50 mm, której transmisja nie zaburza odczytu temperatury przez kamerę termowizyjną.

Cały układ izolowany jest za pomocą izolacji termicznej **20** wykonanej na przykład z płyty styropianowej o grubości 5 cm. Izolacja stosowana jest w celu  
10 zredukowaniu wpływu krótkotrwałych zmian temperatury, ruchu powietrza i odizolowaniu od ewentualnych źródeł ciepła. W izolacji termicznej należy wykonać otwory wszędzie tam, gdzie jest to konieczne np. na obiektyw kamery termowizyjnej, doprowadzenia wiązki laserowej, węże i przewody.

**Bibliografia:**

- [1] X. Wang, G. Li, Y. Ding, and S. Sun, "Understanding the photothermal effect of gold nanostars and nanorods for biomedical applications," *RSC Adv.*, vol. 4, no. 57, pp. 30375–30383, 2014.
- [2] H. Chen *et al.*, "Understanding the photothermal conversion efficiency of gold nanocrystals," *Small*, vol. 6, no. 20, pp. 2272–2280, 2010.
- [3] D. K. Roper, W. Ahn, and M. Hoepfner, "Microscale heat transfer transduced by surface plasmon resonant gold nanoparticles," *J. Phys. Chem. C*, vol. 111, no. 9, pp. 3636–3641, 2007.
- [4] H. H. Richardson, M. T. Carlson, P. J. Tandler, P. Hernandez, and A. O. Govorov, "Experimental and theoretical studies of light-to-heat conversion and collective heating effects in metal nanoparticle solutions," *Nano Lett.*, vol. 9, no. 3, pp. 1139–1146, 2009.
- [5] R. Li, L. Zhang, L. Shi, and P. Wang, "MXene Ti<sub>3</sub>C<sub>2</sub>: An Effective 2D Light-to-Heat Conversion Material," *ACS Nano*, vol. 11, no. 4, pp. 3752–3759, 2017.

Iwona Płodzich-Hennig  
rzecznik patentowy

### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ pomiarowy do pomiarów efektywności konwersji światła na ciepło w materiałach koloidalnych, posiadający układ optyczny zawierający źródło światła, układ soczewek do formowania skupionej wiązki światła, element półprzepuszczalny, miernik mocy optycznej wiązki światła, komorę z próbką formowaną do postaci kropli, miernik referencyjnej mocy optycznej i kamerę termowizyjną **znamienny tym, że** komora (10) ma umieszczony centralnie system dozowania próbki (SD) przyjmującej formę kropli (8) składający się z wymiennej końcówki (9), uchwyty XYZ (12), dozowników (14, 15) i zaworu (16), gdzie wymienna końcówka (9) połączona jest od góry z uchwytem XYZ (12), przy czym przestrzeń między komorą (10) a uchwytem XYZ (12) ma uszczelnienie (11) oraz w płaszczyźnie obrazowania kropli jest umieszczona skala (13), gdzie system dozowania próbki (SD) wytwarza krople o zadanej objętości i pozycji względem układu optycznego obejmującego elementy od (1) do (7) i kamery termowizyjnej (18).
2. Układ według zastrz.1 **znamienny tym, że** komora (10) wykonana jest z materiału izolującego wewnątrz komory od utraty wilgotności i zmian temperatury otoczenia, przy czym komora (10) może mieć dodatkowe uszczelniane otwory.
3. Układ według zastrz.1 **znamienny tym, że** źródło światła generuje skolimowaną wiązkę promieniowania o długości fali w zakresie 375-1700 nm.
4. Układ według zastrz.1 **znamienny tym, że** połączenia między dozownikami (14) i (15) a trójdrożnym zaworem (16), między trójdrożnym zaworem (16) a uchwytem (12) oraz między uchwytem (12) a wymienną końcówką (9) stanowią elastyczne i szczelne hydraulicznie wężyki wykonane z transparentnego i odpornego chemicznie materiału.
5. Układ według zastrz.1 **znamienny tym, że** dozownikiem (14) lub (15) może być pipeta automatyczna lub strzykawka wytwarzające krople o objętości w zakresie 2-15  $\mu\text{L}$ , przy czym co najmniej jeden dozownik – dozownik

precyzyjny próbki powinien zapewnić precyzję dozowania nie gorszą niż 1  $\mu\text{L}$ .

6. Sposób pomiaru efektywności konwersji światła na ciepło w materiałach koloidalnych **znamienny tym, że** do uchwytu (12) mocuje się wymienną końcówkę (9), pod którą podstawia się naczynie z wodą destylowaną, ustawia się zawór (16) w pozycji umożliwiającej przepływ cieczy regulowany za pomocą dozownika (15), za pomocą dozownika (15) wytwarza się podciśnienie zasysając do układu wodę destylowaną aby wypełniła szczelnie cały system dozowania kropli do zaworu (16) bez pęcherzyków powietrza, po czym odstawia się naczynie z wodą destylowaną i nabiera się powietrze, następnie ustawia się zawór (16) w pozycji umożliwiającej dozowanie za pomocą dozownika precyzyjnego (14) i podstawia się pod końcówkę (9) roztwór badanej próbki, następnie za pomocą dozownika precyzyjnego (14) pobiera się roztwór badanej próbki i wytwarza się kroplę (8) o objętości mniejszej niż 20  $\mu\text{L}$ , po czym ustawia się zawór w pozycji zamkniętej, następnie uruchamia się źródło światła (1) o długości promieniowania w zakresie 375-1700 nm, wiązkę przepuszcza się przez kroplę (8), po czym ustawia się położenie uchwytu (12) z podłączoną końcówką (9) tak, aby wiązka światła padała dokładnie na środek kropli (8), następnie po tymczasowym zasłonięciu wiązki światła stabilizuje się temperaturę w układzie i za pomocą kamery termowizyjnej dokonuje się rejestracji tempa zmian temperatury badanej próbki względem tła przed i w czasie oświetlania próbki wiązką światła poprzez układ optyczny, równocześnie rejestruje się obraz kropli w celu wyznaczenia jej objętości, mierzy się moc optyczną wiązki światła przed (6) oraz za (19) kroplą, a także przeprowadza się analogiczny pomiar w tych samych warunkach dla kropli czystego rozpuszczalnika, następnie na podstawie uzyskanych wyników wyznacza się współczynnik efektywności konwersji światła na ciepło badanej próbki.
7. Sposób według zastrz.7 **znamienny tym, że** przez cały czas pomiaru komorę (10) izoluje się przed utratą wilgoci i wpływem zmian temperatury otoczenia.



8. Sposób według zastrz.7 **znamienny tym, że** przed dokonaniem pomiaru zasadniczego bada się szczelność komory pomiarowej (10) i/lub systemu dozowania próbki (SD)
9. Sposób według zastrz.7 **znamienny tym, że** w układzie optycznym między źródłem światła (1) a kroplą (8) stosuje się przesłonę mechaniczną (3).

## Rysunki

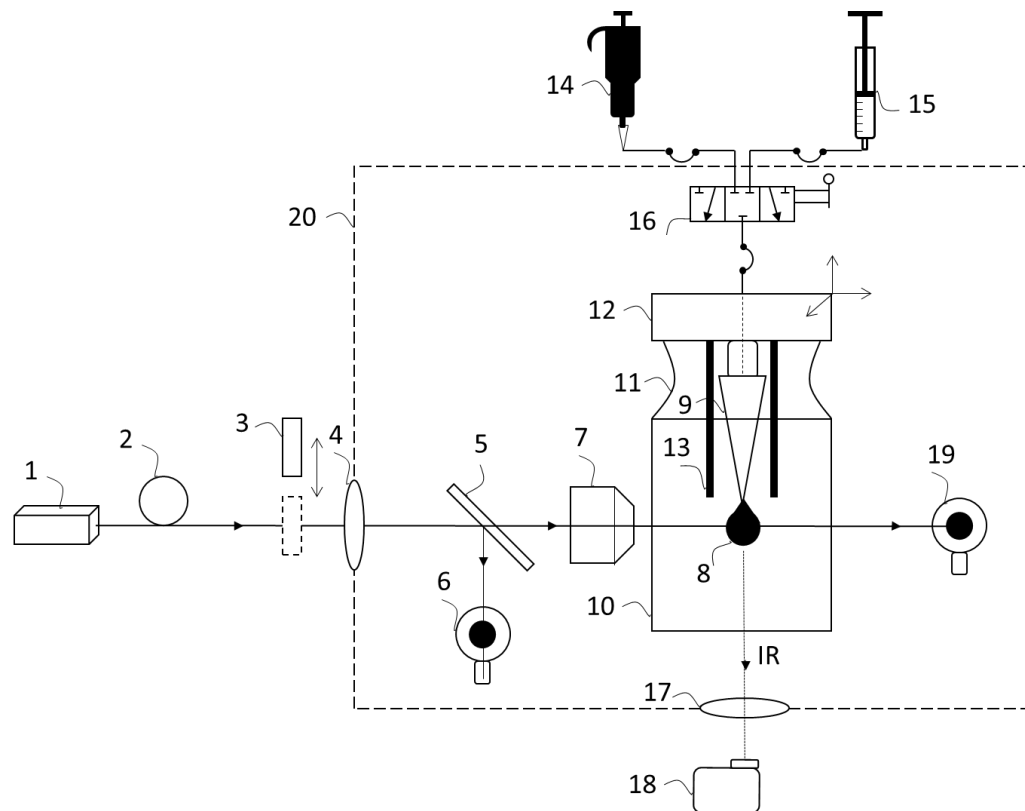


Fig. 1

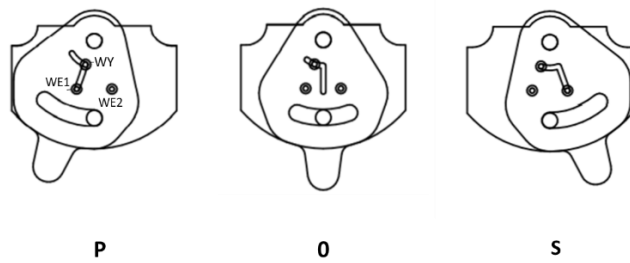


Fig. 2

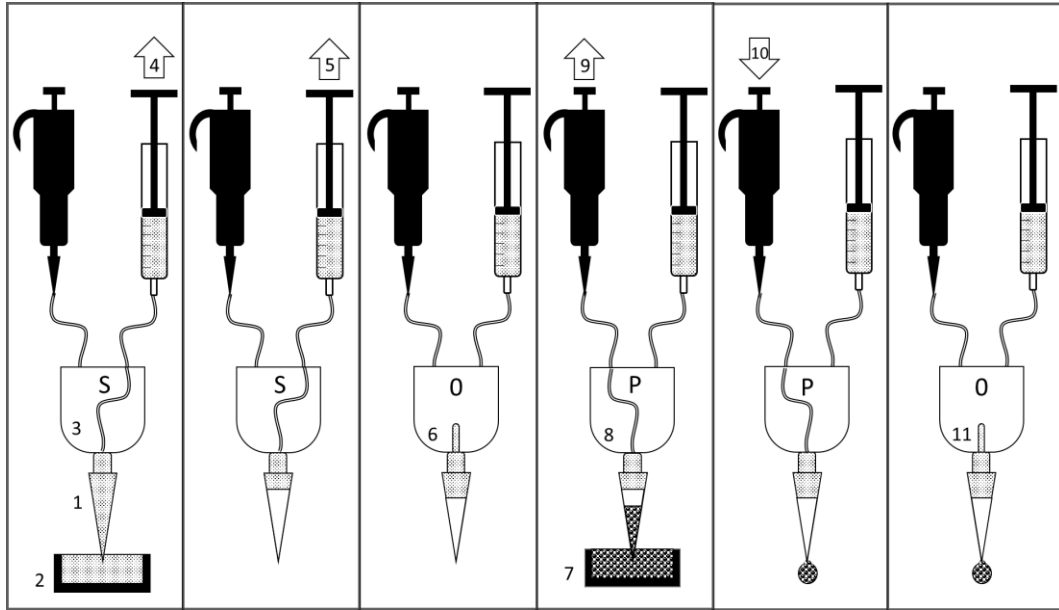


Fig. 3

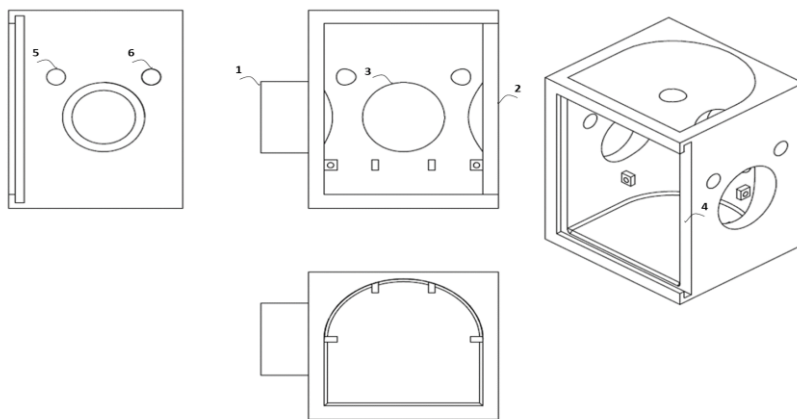


Fig. 4

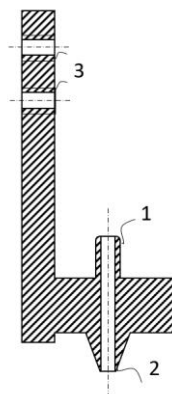


Fig. 5

### **Skrót opisu**

Przedmiotem wynalazku jest układ pomiarowy do pomiarów efektywności konwersji światła na ciepło w materiałach koloidalnych posiadający układ optyczny zawierający źródło światła, układ soczewek do formowania skupionej wiązki światła, element półprzepuszczalny, miernik mocy optycznej wiązki światła, komorę z próbką formowaną do postaci kropli, miernik referencyjnej mocy optycznej i kamerę termowizyjną charakteryzujący się tym, że komora (10) ma umieszczony centralnie system dozowania próbki (SD) przyjmującej formę kropli (8) składający się z wymiennej końcówki (9), uchwyty XYZ (12), dozowników (14, 15) i zaworu (16), gdzie wymienna końcówka (9) połączona jest od góry z uchwytem XYZ (12), przy czym przestrzeń między komorą (10) a uchwytem XYZ (12) ma uszczelnienie (11) oraz w płaszczyźnie obrazowania kropli jest umieszczona skala (13), gdzie system dozowania próbki (SD) wytwarza krople o zadanej objętości i pozycji względem układu optycznego obejmującego elementy od (1) do (7) i kamery termowizyjnej (18). Przedmiotem wynalazku jest także sposób pomiaru konwersji światła na ciepło realizowany przy pomocy wspomnianego układu pomiarowego.

**(Fig. 1)**

**(9 zastrzeżeń)**

## UPP - Urzędowe Poświadczenie Przedłożenia

Identyfikator Poświadczenia: UPP-107052

### Adresat dokumentu, którego dotyczy poświadczenie

Nazwa adresata dokumentu: URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Identyfikator adresata: uprp

Rodzaj identyfikatora adresata: -

### Nadawca dokumentu, którego dotyczy poświadczenie

Nazwa nadawcy: Iwona Płodzich-Hennig

Identyfikator nadawcy: 120

Rodzaj identyfikatora nadawcy: -

### Dane poświadczenia

Data doręczenia: 2021-03-17T14:05:01+01:00

Data wytworzenia poświadczenia: 2021-03-17T14:05:01+01:00

Identyfikator dokumentu, którego dotyczy poświadczenie: 91538

### Dane uzupełniające (opcjonalne)

Rodzaj informacji uzupełniającej: Źródło

Wartość informacji uzupełniającej: Poświadczenie wystawione przez platformę PUEUP

Rodzaj informacji uzupełniającej: Informacja

Wartość informacji uzupełniającej: Zgodnie z art 39<sup>1</sup> par. 1 k.p.a. pisma powiązane z przedłożonym dokumentem będą przesyłane za pomocą środków komunikacji elektronicznej.

Rodzaj informacji uzupełniającej: Pouczenie

Wartość informacji uzupełniającej: Zgodnie z art 39<sup>1</sup> par. 1d k.p.a. istnieje możliwość rezygnacji z doręczania pism za pomocą środków komunikacji elektronicznej.

Rodzaj informacji uzupełniającej: Identyfikator PUEUP dokumentu

Wartość informacji uzupełniającej: 814708

### Dane dotyczące podpisu

Poświadczenie zostało podpisane - aby je zweryfikować należy użyć oprogramowania do weryfikacji podpisu

Lista podpisanych elementów (referencji):

referencja r-id-489b9e6c4f59deac73fd40d89ee42a90-1 :

referencja : #xades-id-489b9e6c4f59deac73fd40d89ee42a90