RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **238517**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **420220**

(22) Data zgłoszenia: **17.01.2017**

(51) Int.Cl.
G06F 21/32 (2013.01)
G01N 21/33 (2006.01)
G01N 21/35 (2014.01)

(54) **Urządzenie do identyfikacji biometrycznej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
30.07.2018 BUP 16/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.08.2021 WUP 22/21

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MACIEJ STANUCH, Kraków, PL
ANDRZEJ SKALSKI, Kozierów, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Andrzej Rogowski

PL 238517 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do identyfikacji biometrycznej służące do realizacji sposobu identyfikacji biometrycznej układu naczyń krwionośnych dłoni.

Identyfikacja biometryczna polega na wykorzystaniu informacji biologicznej w celu weryfikacji tożsamości. Znanych jest wiele sposobów i urządzeń biometrycznych umożliwiających identyfikacje osób np. systemy rozpoznające na podstawie układu linii papilarnych, na podstawie geometrii dłoni, na podstawie brzmienia głosu lub systemy rozpoznające na podstawie obrazu tęczówki oka.

Systemy biometryczne takie jak skaner linii papilarnych, który jest obecnie najszerzej rozpowszechnioną z metod identyfikacji z tej dziedziny ma swoje wady. Linie papilarne mogą zostać starte u ludzi, którzy pracują fizycznie z rozpuszczalnikami farb czy też z olejami, a także mogą zostać one celowo uszkodzone. Możliwe jest również skopiowanie odcisków palców, gdyż zostawiane są one na prawie wszystkim czego człowiek dotyka. Takie problemy nie występują podczas skanowania żył dłoni. Biometria układu naczyń krwionośnych jest jedną z najnowszych i najbezpieczniejszych obecnie stosowanych technologii. Układ żył dla każdego człowieka stanowi unikatową cechę, którą można pobrać w bezinwazyjny i bezpieczny sposób, uniemożliwiający jej podrobienie. Skaner naczyń krwionośnych korzysta z faktu, że hemoglobina absorbuje światło podczerwone bardziej od otaczających ją tkanek, w szczególności tłuszczu.

Dzięki temu możliwe jest obrazowanie profilu żył, jako ciemnych linii na dłoni oświetlonej przy użyciu odpowiedniej długości fali elektromagnetycznej. Obraz ten jest niewidzialny dla ludzkiego oka, lecz kamery z matrycami CCD są w stanie wykonywać zdjęcia również w takim zakresie widmowym. Obraz układu naczyń krwionośnych można pobrać w sposób bezdotykowy m.in. na podstawie obrazu układu żył wewnętrznej części dłoni, uzyskanego przy zastosowaniu światła bliskiej podczerwieni NIR (ang. Near Infra-Red) o widmie charakteryzującym się zakresem długości fali 800–2500 nm.

Biometria naczyń krwionośnych dłoni po raz pierwszy została ujawniona w 1985 roku w zgłoszeniu patentowym nr WO1985004088A1. Metoda ta, zwana z angielskiego *Palm Vein*, doczekała się już komercyjnego rozwiązania, które zostało zaproponowane przez firmę Fujitsu. Oferuje ona system PalmSecure®, który został opisany m.in. w publikacji pt. „Fujitsu Identity Management and PalmSecure" dostępnej w Internecie na stronie: https://sp.ts.fuiitsu.com /dmsp/ Publications /public/wp. *Fujitsu-PalmSecure-eu-en.pdf*.

Z opisów patentowych US2016014308 i US2013136317 znane są sensory wykorzystujące światło bliskiej podczerwieni NIR służące do uzyskiwania obrazów żył wewnętrznej części dłoni, które następnie są wykorzystywane do identyfikacji osób. Ze zgłoszenia CN105426843 znany jest bezdotykowy multimodalny system biometryczny bazujący na połączeniu metody *Palm Vein* i palmprint. System zawiera dwa sensory CCD, jedną soczewkę i dwa zestawy diod: emitujących światło podczerwone i białe. Diody są osadzone na pierścieniach rozmieszczonych koncentrycznie wokół detektora, w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny detektora, przy czym jeden pierścień stanowią diody jednego rodzaju.

W opisie patentowym US8229178 ujawniono biometryczny system multimodalny złożony z połączenia metody *Palm Vein* i palmprint, czyli identyfikacji na podstawie obrazów żył, a także równocześnie odcisku dłoni człowieka przy wykorzystaniu oświetlenia w zakresie zakres światła widzialnego i bliskiej podczerwieni.

Z koreańskiego zgłoszenia patentowego o nr KR 20150092694A, znany jest wielofunkcyjny aparat do obrazowania skóry wykorzystujący konwerter filtrów. Poprzez selektywne użycie filtra długofalowego (LPF), filtra krótkofalowego (SPF) i filtra pasmowego (BPF), uzyskuje się obraz podskórnych naczyń krwionośnych lub przepływu krwi. Urządzenie zawiera jednostkę źródła światła, składającą się z pierścieniowych źródeł światła, złożonych z diod laserowych i diod elektroluminescencyjnych (LED) dla każdego rodzaju promieniowania: ultrafioletowego, widzialnego, podczerwonego oraz bliskiej podczerwieni. Diody laserowe włączana są zgodnie z sygnałem z jednostki sterującej, zawsze z jednym z rodzajów diod (LED), tworząc jeden promień oświetlający. Urządzenie wyposażone jest w zespół filtrów umieszczonych na tarczy, poruszanej zgodnie z sygnałem z jednostki sterującej, która decyduje o rodzaju filtra ustawianego przed obiektywem kamery CCD.

Z opisu amerykańskiego zgłoszenia patentowego nr US 2012075442A1 znane jest przenośne urządzenie służące do identyfikacji osób na podstawie weryfikacji dokumentów i odczytu danych biometrycznych. Urządzenie zawiera całostronicowy skaner dokumentów z oświetleniem białym, podczerwonym i ultrafioletowym, oparty na matrycy czujników obrazowych oraz czytnik kart zbliżeniowych z an-

tenią obejmującą ten sam obszar, umożliwiając w ten sposób jednoczesny optyczny i elektroniczny odczyt dokumentów. Urządzenie zawiera ponadto wrażliwy na dotyk wyświetlacz optyczny, skaner linii papilarnych, czytnik kart stykowych oraz wiele przewodowych i bezprzewodowych portów komunikacyjnych do komunikacji z komputerem głównym.

Wykorzystanie światła widzialnego razem z NIR powoduje pewne niedogodności podczas identyfikacji, związane z potencjalnym uwidocznieniem struktur żylnych, które mogą być traktowane jako zakłócenia, co przyczynia się do pogorszenia jakości obrazu oraz pojawiania się artefaktów niekorzystnych z punktu widzenia pozyskiwania cech i ich wykorzystania do rozpoznawania.

Identyfikacja przeprowadzona na podstawie układu żył wewnętrznej części dłoni nie zawsze jest skuteczna i bezbłędna, gdyż nawet bardzo nowoczesne systemy można oszukać np. za pomocą zdjęć przedstawiających obraz dłoni lub jej odlewów.

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie urządzenia do identyfikacji biometrycznej, pracującej w technologii biometrii układu naczyń krwionośnych, które zwiększy skuteczność identyfikacji oraz eliminację błędów systemów mogących powodować nieuprawnioną autoryzację.

Urządzenie do identyfikacji biometrycznej, przeznaczone do porównaniu obrazu układu naczyń krwionośnych badanego obiektu, korzystnie żył wewnętrznej części dłoni, uzyskanego przy pomocy światła bliskiej podczerwieni NIR z obrazem referencyjnym badanego obiektu zawiera detektor, oświetlacz emitujący światło NIR i układ wykonujący obliczenia.

Istota urządzenia, do identyfikacji biometrycznej, przeznaczonego do porównywania obrazu układu naczyń krwionośnych badanego obiektu, korzystnie żył wewnętrznej części dłoni, uzyskanego przy pomocy światła bliskiej podczerwieni NIR, z obrazem referencyjnym badanego obiektu, zawierającego detektor, oświetlacz emitujący światło NIR i układ wykonujący obliczenia, według wynalazku charakteryzuje się tym, że oświetlacz stanowią co najmniej dwie matryce, z umieszczonymi na nich źródłami światła, korzystnie diodami LED, emitującymi światło NIR oraz światło UV. Oświetlacz emituje poszczególne pasma światła na przemian. Oświetlacz emituje dwa rodzaje światła NIR o rozkładach widmowych posiadających maksima dla dwóch różnych długości fal. Pomiędzy matrycami a badanym obiektem znajduje się układ rozpraszający, korzystnie folia dyspersyjna.

Matryce są ustawione wokół detektora pod kątem określonym wzorem: $\beta = \frac{360^\circ}{N}$, w którym N > 2 oznacza liczbę matryc.

Korzystnie strumień emitowanego światła jest skierowany w stronę badanego obiektu pod kątem zapewniającym ustalenie punktu przecięcia promieni świetlnych w płaszczyźnie badanego obiektu, korzystnie w jego punkcie centralnym i określonym wzorem:

$$\Theta = \operatorname{arc\,tg} \frac{2(h-b)}{a}$$

w którym ***h*** oznacza odległość pomiędzy badanym obiektem i detektorem, ***b*** to odległość między detektorem, a odcinkiem wyznaczonym pomiędzy środkami matryc, zaś ***a*** oznacza odległość pomiędzy środkami matryc umieszczonymi w tej samej płaszczyźnie.

Urządzenie zawiera dwa rodzaje diod LED włączanych jednocześnie i emitujących światło NIR: diody o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm oraz diody o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm, natomiast diody LED emitujące światło UV o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 395 nm.

Korzystnie diody LED rozmieszczone są na matrycy oświetlaczy w co najmniej dwóch równoległych rzędach, przy czym jeden rząd stanowią diody LED emitujące światło NIR, a drugi diody LED emitujące światło UV, a rzędy są usytuowane naprzemiennie. W każdym rzędzie diod LED emitujących światło NIR rozmieszczonych w matrycach oświetlaczy, diody LED o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm oraz diody emitujące światło NIR o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm są rozmieszczone naprzemiennie.

Również korzystnie diody LED umieszczone są w matrycy oświetlaczy w skupiskach, przy czym każde z nich zawiera, co najmniej po jednej diodzie LED emitującej światło NIR dla długości fali 850 nm, jednej diodzie LED emitującej światło NIR dla długości fali 940 nm oraz jednej diodzie LED emitujące światło UV.

Zaletą urządzenia do identyfikacji biometrycznej według niniejszego wynalazku jest zwiększenie skuteczności identyfikacji oraz eliminacja błędów systemów mogących powodować nieuprawnioną autoryzację. Zalety te predysponują urządzenie według wynalazku do stosowania wszędzie tam, gdzie konieczna jest autoryzacja dostępu do chronionych zasobów,

Dzięki zastosowaniu światła UV następuje wyodrębnienie szczegółów niewidocznych podczas wykonywania zdjęcia odcisku dłoni w zakresie stosowanego dotąd światła widzialnego. W związku z tym, urządzenie charakteryzuje się wyższą dokładnością i możliwością agregacji większej liczby osobniczych cech charakterystycznych. W świetle z zakresu UV uwidaczniają się również dodatkowe cechy, niewidoczne w żadnym innym świetle takie jak np. ziarna melaniny, co również jest cechą charakterystyczną służącą do dodatkowej weryfikacji.

Natomiast użycie, co najmniej dwóch źródeł światła podczerwonego, o co najmniej dwóch różnych maksimach (po jednym dla każdego źródła) charakterystyki widmowej w zakresie bliskiej podczerwieni pozwala wyodrębnić w badanym obiekcie szczegóły pochodzące od naczyń krwionośnych. Im głębiej promieniowanie wnika w skórę, tym większa jest liczba naczyń krwionośnych, które mogą zostać wykryte tj. cech charakterystycznych w otrzymywanych obrazach. Dodatkowo, im dłuższa fala, tym mniejsza widoczność szczegółów będących zakłóceniami pochodzącymi np. od zmarszczek skóry dłoni. Jednocześnie jednak ze wzrostem długości fali rośnie absorpcja promieniowania przez wodę i tłuszcz, które otaczają naczynia krwionośne oraz maleje czułość matrycy CCD. Zastosowanie więcej niż jednego źródła światła w zakresie NIR, a co najmniej dwóch, powoduje zmniejszenie liczby cech niepożądanych na rejestrowanych obrazach.

Urządzenie nie wymaga stosowania elementów wspierających dłoń, przez co zwiększa higieniczność procesu skanowania oraz eliminuje problem pozostawania odcisków i innych zabrudzeń. Dzięki temu możliwe jest zastosowanie takiego rozwiązania np. w komputerach mobilnych. Niewielkie rozmiary urządzenia podnoszą jego uniwersalność i możliwość wykorzystane w wielu różnych zastosowaniach.

Przedmiot wynalazku uwidoczniony jest na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok urządzenia do identyfikacji biometrycznej według wynalazku w ujęciu schematycznym fig. 2 i fig. 3 – sposób rozmieszczenia oświetlaczy wokół detektora, fig. 4 sposób rozmieszczenia źródeł światła na matrycach oświetlaczy w rzędach, fig. 5 – sposób rozmieszczenia źródeł światła na matrycach oświetlaczy w skupiskach, fig. 6 – obrazy dłoni: a – w świetle NIR wykonywane są przy maksimum długości fali 850 nm, b – w świetle NIR wykonywane są przy maksimach długości fali 850 nm i 940 nm, c – w świetle UV.

P r z y k ł a d 1

Urządzenie zawiera detektor **1**, oświetlacz, który stanowią dwie matryce 2 (N = 2) z umieszczonymi na nich diodami LED emitującymi światło NIR oraz światło UV działającymi na przemian. Urządzenie zawiera dwa rodzaje diod LED włączanych jednocześnie i emitujących światło NIR: diody **5** o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm oraz diody **6** o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm oraz diody LED **7** emitujące światło UV o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 395 nm. Diody LED rozmieszczone są na matrycy oświetlaczy w sześciu równoległych rzędach, przy czym nieparzyste rzędy stanowią diody LED emitujące światło NIR, a parzyste diody LED emitujące światło UV. W każdym rzędzie diod LED emitujących światło NIR rozmieszczonych w matrycach oświetlaczy, diody LED **5** o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm oraz diody **6** emitujące światło NIR o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm, przy czym są one rozmieszczone naprzemiennie. Matryce 2 są ustawione wokół detektora pod kątem β =180°. Strumień emitowanego światła jest skierowany w stronę badanego obiektu 4 pod kątem $\Theta = \mathrm{arc\,tg}\frac{2(h-b)}{a}$ = 45 stopni. Odległość a, pomiędzy oświetlaczami 2 wynosi 30 cm. Wysokość ***h*** to 20 cm, a ***b*** wynosi 5 cm. Pomiędzy każdą z obu matryc 2, a badanym obiektem 4 znajduje się układ rozpraszający 3 w postaci folii dyspersyjnej korzystnie folii matowej wykonanej z PCV o grubości 0,3 mm o przepuszczalności światła 60%.

Detektor **1** połączony jest z układem obliczającym i archiwizującym obrazy oraz dokonującym autoryzacji badanego obiektu **4** na podstawie obrazów pochodzących z identyfikacji biometrycznej, porównywanych z obrazami referencyjnymi przechowywanymi w bazie danych. Układ obliczeniowy steruje długością cykli oraz częstotliwością przełączania oświetlenia z NIR na UV i odwrotnie.

P r z y k ł a d 2

Urządzenie zawiera detektor **1**, oświetlacz, który stanowią cztery matryce 2 (N = 4) z umieszczonymi na nich diodami LED emitującymi światło NIR oraz światło UV działającymi na przemian. Urządzenie zawiera dwa rodzaje diod LED włączanych jednocześnie i emitujących światło NIR: diody **5** o widmie

charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm oraz diody **6** o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm oraz diody LED **7** emitujące światło UV o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 395 nm. Diody LED rozmieszczone są na matrycy oświetlaczy w sześciu równoległych rzędach, przy czym nieparzyste rzędy stanowią diody LED **5** i **6** emitujące światło NIR, a parzyste diody LED **7** emitujące światło UV. W każdym rzędzie diod LED emitujących światło NIR rozmieszczonych w matrycach oświetlaczy, diody LED **5**, o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm oraz diody **6** emitujące światło NIR o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm, przy czym są one rozmieszczone naprzemiennie. Matryce 2 są ustawione wokół detektora pod kątem $\beta = 90°$. Strumień emitowanego światła jest skierowany w stronę badanego obiektu **4** pod kątem $\Theta = \text{arc tg}\frac{2(h-b)}{a}$ 45 stopni. Odległość **a**, czyli średnica okręgu, na którym umieszczone są oświetlacze **2** wynosi 30 cm. Wysokość ***h*** to 20 cm, a ***b*** wynosi 5 cm. Pomiędzy każdą z czterech matryc 2, a badanym obiektem **4** znajduje się układ rozpraszający **3** w postaci folii dyspersyjnej, korzystnie folii matowej wykonanej z PCV o grubości 0,3 mm o przepuszczalności światła 60%. Detektor **1** połączony jest z układem obliczającym i archiwizującym obrazy oraz dokonującym autoryzacji badanego obiektu **4**, na podstawie obrazów pochodzących z identyfikacji biometrycznej, porównywanych z obrazami referencyjnymi przechowywanymi w bazie danych. Układ obliczeniowy steruje długością cykli oraz częstotliwością przełączania oświetlenia z NIR na UV i odwrotnie.

P r z y k ł a d 3

Urządzenie zawiera detektor **1**, oświetlacz, który stanowią trzy matryce 2 (N = 3) z umieszczonymi na nich diodami LED emitującymi światło NIR oraz światło UV działającymi na przemian. Urządzenie zawiera dwa rodzaje diod LED włączanych jednocześnie i emitujących światło NIR: diody **5** o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm i diody **6** o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm oraz diody LED **7**, emitujące światło UV o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 395 nm. Diody LED umieszczone są w matrycy oświetlaczy w skupiskach, przy czym każde z nich zawiera po jednej diodzie LED **5**, emitującej światło NIR dla długości fali 850 nm, jednej diodzie LED **6** emitującej światło NIR dla długości fali 940 nm oraz jedną diodę LED **7** emitującą światło UV. Skupiska rozmieszczone są w rzędach po dwa skupiska przypadające na jeden rząd. Na jedną matrycę 2 przypadają 3 rzędy skupisk. Matryce 2 są ustawione wokół detektora pod kątem $\beta = 120°$. Strumień emitowanego światła jest skierowany w stronę badanego obiektu 1 pod kątem $\Theta = \text{arc tg}\frac{2(h-b)}{a}$ = 45 stopni.

Odległość ***a***, czyli średnica koła, na którym umieszczone są oświetlacze **2** wynosi 30 cm. Wysokość ***h*** to 20 cm., a ***b*** wynosi 5 cm. Pomiędzy każdą z trzech matryc 2, a badanym obiektem 4 znajduje się układ rozpraszający 3 w postaci folii dyspersyjnej, korzystnie folii matowej wykonanej z PCV o grubości 0,3 mm o przepuszczalności światła 60%. Detektor **1** połączony jest z układem obliczającym i archiwizującym obrazy oraz dokonującym autoryzacji badanego obiektu **4** na podstawie obrazów pochodzących z identyfikacji biometrycznej, porównywanych z obrazami referencyjnymi przechowywanymi w bazie danych. Układ obliczeniowy steruje długością cykli oraz częstotliwością przełączania oświetlenia z NIR na UV i odwrotnie.

Urządzenie według wynalazku, przeznaczone jest do zastosowania w nowoczesnych systemach bankowych, bezgotówkowych transakcjach niewymagających zewnętrznego nośnika trwałego ani pamiętania żadnego rodzaju kodu, a także do zabezpieczania poufnego danych i wejścia do danych pomieszczeń w firmach, zakładach produkcyjnych czy też w domach prywatnych lub nawet autach bez kluczyka. Dodatkowo, konstrukcja urządzenia według wynalazku umożliwia wykorzystanie go do budowy przenośnych skanerów żył ułatwiających iniekcje przeprowadzane przez personel medyczny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do identyfikacji biometrycznej, przeznaczone do porównaniu obrazu układu naczyń krwionośnych badanego obiektu, korzystnie żył wewnętrznej części dłoni, uzyskanego przy pomocy światła bliskiej podczerwieni NIR, z obrazem referencyjnym badanego obiektu, zawierające detektor, oświetlacz emitujący światło NIR i układ wykonujący obliczenia, **znamienny tym**, że oświetlacz stanowią co najmniej dwie matryce (2) z umieszczonymi na nich źródłami światła, korzystnie diodami LED emitującymi światło UV oraz światło NIR, a emisja

tych dwóch pasm światła jest realizowana na przemian, przy czym emitowane są dwa rodzaje światła NIR o rozkładach widmowych posiadających maksima dla dwóch różnych długości fal, natomiast pomiędzy matrycą (2), a badanym obiektem (4) znajduje się układ rozpraszający (3), korzystnie folia dyspersyjna.

2. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamienne tym**, że matryce (2) są ustawione wokół detektora (1) pod kątem określonym wzorem $\beta = \frac{360^\circ}{N}$ w którym N > 2 oznacza liczbę matryc (2).
3. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamienne tym**, że strumień emitowanego światła jest skierowany w stronę badanego obiektu (4) pod kątem zapewniającym ustalenie punktu przecięcia promieni świetlnych w płaszczyźnie badanego obiektu (4), korzystnie w jego punkcie centralnym i określonym wzorze $\Theta = \mathrm{arc\,tg}\frac{2(h-b)}{a}$ w którym h oznacza odległość pomiędzy badanym obiektem (4) i detektorem (1), b to odległość między detektorem (1), a odcinkiem wyznaczonym pomiędzy środkami matryc (2), zaś a oznacza odległość pomiędzy środkami matryc (2) umieszczonymi w tej samej płaszczyźnie.
4. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamienne tym**, że zawiera dwa rodzaje diod LED włączanych jednocześnie i emitujących światło NIR: diody (5) o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm oraz diody (6) o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm.
5. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że zawiera diody LED (7) emitujące światło UV o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 395 nm.
6. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamienne tym**, że diody LED rozmieszczone są na matrycy (2) oświetlaczy, w co najmniej dwóch równoległych rzędach, przy czym jeden rząd stanowią diody LED emitujące światło NIR, a drugi diody LED emitujące światło UV, a rzędy są usytuowane naprzemiennie.
7. Urządzenie według zastrz. 6, **znamienne tym**, że w każdym rzędzie diod LED emitujących światło NIR rozmieszczonych w matrycach (2) oświetlaczy, diody LED (5) emitujące światło NIR o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 850 nm oraz diody LED (6) emitujące światło NIR o widmie charakteryzującym się maksimum dla długości fali 940 nm, są rozmieszczone naprzemiennie.
8. Urządzenie, według zastrz. 1, **znamienne tym**, że diody LED umieszczone są w matrycy oświetlaczy w skupiskach, przy czym każde z nich zawiera co najmniej po jednej diodzie LED (5), emitującej światło NIR dla długości fali 850 nm, jednej diodzie LED (6), emitującej światło NIR dla długości fali 940 nm oraz jednej diodzie LED (7) emitujące światło UV.

Rysunki

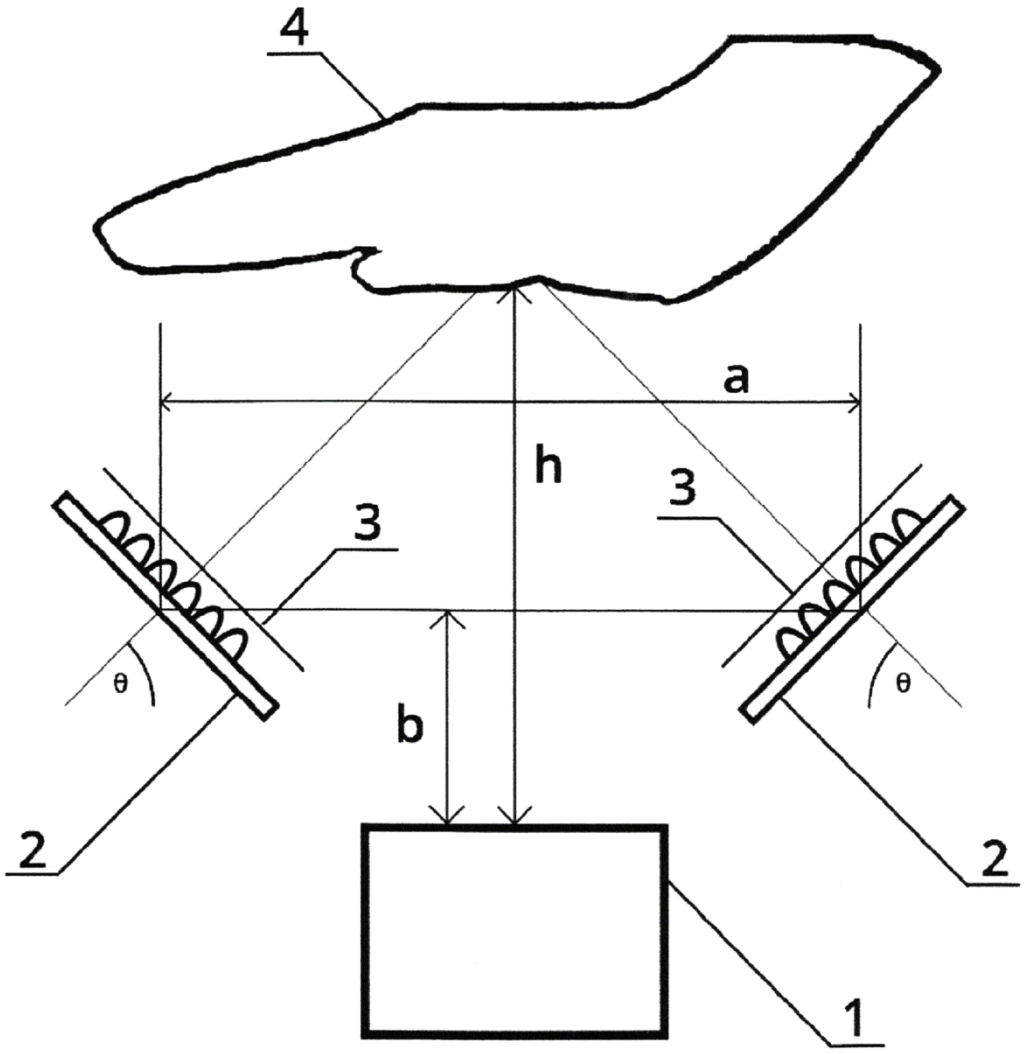


Fig. 1

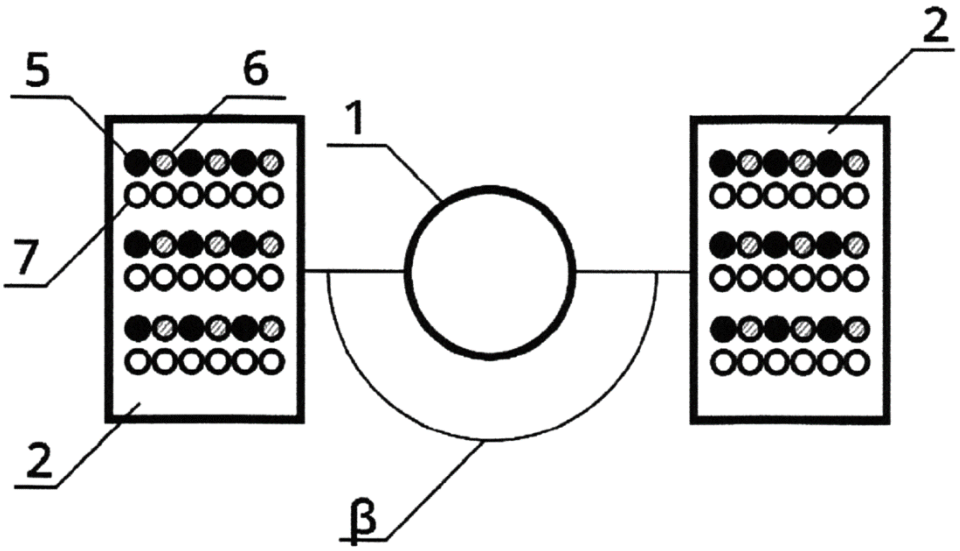


Fig. 2

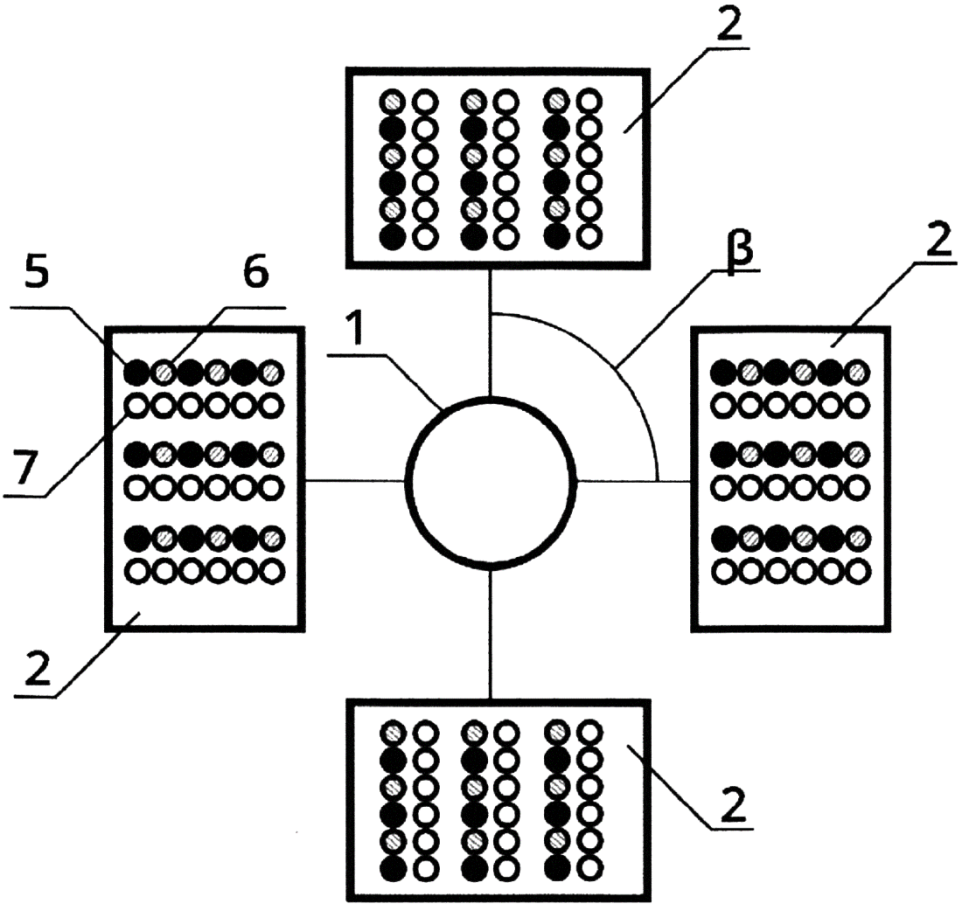


Fig. 3

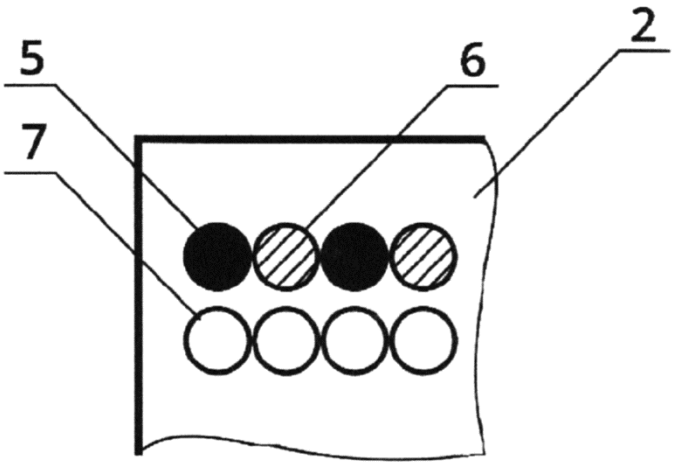


Fig. 4

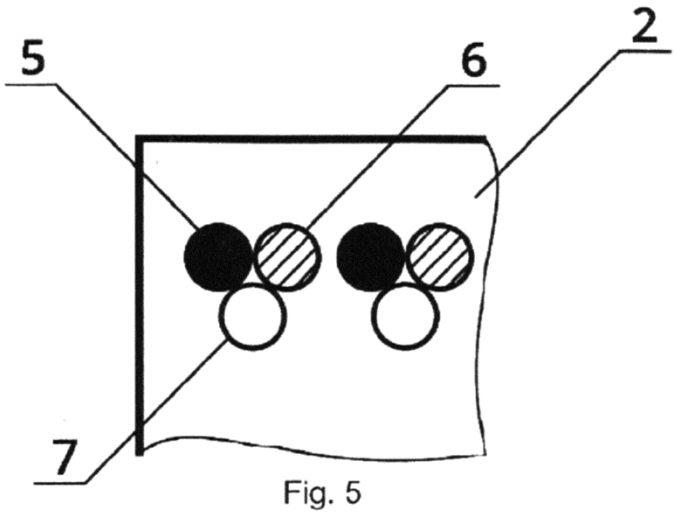
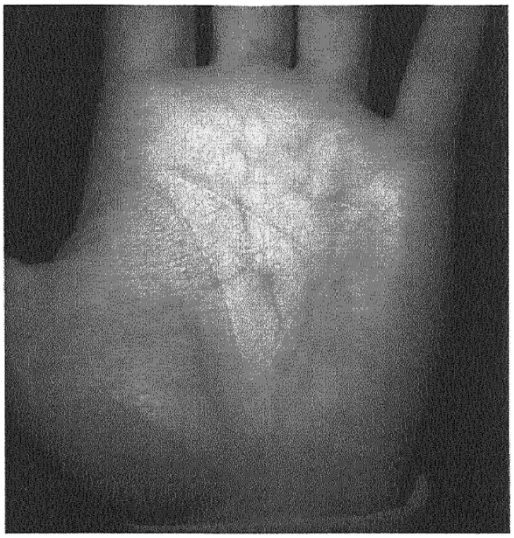
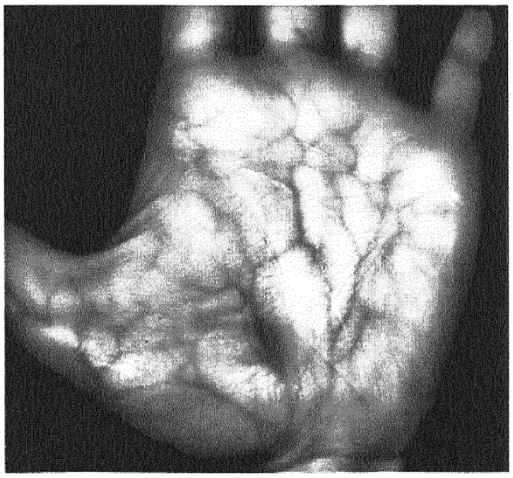


Fig. 5

a



b



c

Fig. 6