

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

# 36 375

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**G01N 21/01** (2006.01)

**G01N 21/31** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-40128**

(22) Přihlášeno: **04.08.2022**

(47) Zapsáno: **27.09.2022**

- (73) Majitel:  
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,  
České Budějovice, České Budějovice 2, CZ
- (72) Původce:  
MSc. Vladyslav Bozhynov, Praha 7, Holešovice,  
CZ  
Ing. Jan Urban, Ph.D., Nové Hrady, CZ
- (74) Zástupce:  
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Okružní  
2824, 370 01 České Budějovice, České Budějovice  
3

- (54) Název užitného vzoru:  
**Komora pro provádění spektrálních měření**

CZ 36375 U1

## Komora pro provádění spektrálních měření

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká komory, která umožní měření vlastností vzorku pomocí známé měřicí metody spektrofotometrie.

### Dosavadní stav techniky

10

V současné době se pro měření vlastností vzorku používá fotometrie, v rámci které se měřený vzorek ozařuje světlem jedné vlnové délky, načež se měří intenzita světelného záření dopadajícího na snímač umístěný za vzorkem. Následně se porovná intenzita světla vystupujícího ze zdroje světla a intenzita světla dopadajícího na snímač, čímž je možné stanovit absorpci světla ve vzorku, načež lze dle známé hodnoty absorpce určit některé vlastnosti vzorku, např. koncentraci látky přítomné ve studovaném vzorku.

15

V případě, že se používá k určení vlastností vzorku světlo mající více vlnových délek, metoda měření se nazývá spektrofotometrie.

20

Měřicí přístroje k provádění kompletních měření se nazývají fotometry a spektrofotometry, přičemž oba přístroje vykazují společné technické znaky, mezi které patří komora pro provádění měření a dále řídicí a vyhodnocovací elektronika.

25

Komora pro provádění měření je obecně sestavena z uzavíratelného tělesa, jehož stěny jsou světlo nepropustné, uvnitř tělesa se nachází zdroj světla a snímač intenzity dopadajícího světelného záření. Zdroj a snímač jsou uspořádány z hlediska optického šíření světla proti sobě, přičemž se mezi nimi v optické dráze světla nachází kyveta pro vložení měřeného vzorku.

30

Řídicí a vyhodnocovací elektronika je v podstatě řídicí jednotkou, která realizuje samotný proces měření. Dle instrukcí od uživatele zahájí měření tak, že aktivuje světelný zdroj a současně ukládá data ze snímače. Následně dle programu uloženého v řídicí jednotce provede zpracování výsledků, načež hotové výsledky měření odprezentuje uživateli.

35

Nevýhody výše uvedených přístrojů spočívají v tom, že běžně používané zdroje světla a snímače v komorách pro provádění měření nejsou z výroby unifikované, načež je nezbytné provádět složitou kalibraci řídicí jednotky měřícího přístroje na konkrétní v něm zabudovanou komoru pro provádění měření, přičemž při jakémkoliv technickém zásahu, či vlivu zvenčí, je potřeba kalibraci opakovat.

40

Kalibrace je nejslabším místem měřících přístrojů, protože vyžaduje hodiny tzv. mravenčí práce, kdy jsou do kyvety vkládány známé chemikálie – etalony, načež jsou po změření každého etalonu parametry přístroje upravovány, aby souhlasily výsledky vzorového měření etalonu. Navíc je drtivá většina kalibračních chemikálií toxická, což klade nároky na laboratoř, kde se kalibrace provádí a rovněž na pracovníky, kteří kalibraci realizují. Kalibrace může být procesem trvajícím řádově měsíce.

45

Úkolem technického řešení je vytvořit komoru pro provádění spektrálních měření, která by byla sestavena z komponentů, jejichž vzájemná skladba a vlastnosti by snížily následnou nutnost kalibrace měřícího přístroje na minimum.

50

Podstata technického řešení

Vytčený úkol je vyřešen vytvořením komory pro provádění spektrálních měření podle níže uvedeného technického řešení.

5

Komora pro provádění spektrálních měření je tvořena tělesem kvádrového nebo krychlového tvaru se světlo nepropustnými stěnami. Dále je nezbytnou součástí komory zdroj světla a dále snímač pro měření intenzity dopadajícího světla, přičemž oba komponenty jsou umístěny uvnitř tělesa. Poslední součástí komory je kyveta pro vsazení zkoumaného kapalného vzorku, která je umístěna také uvnitř tělesa a která leží v optické dráze světla procházejícího mezi zdrojem světla a snímačem.

Podstata technického řešení spočívá v tom, že je zdroj světla tvořen nejméně devíti čtyřčipovými světelnými diodami pro vyzařování viditelného spektra světla, kde každý z čipů má emisi v jedné barvě světla ze skupiny červená, zelená, modrá, bílá. Současně podstata technického řešení spočívá v tom, že je snímač tvořen alespoň jedním multispektrálním senzorem pro měření intenzity viditelného světla a blízkého infračerveného světla.

To je výhodné z toho důvodu, že výše uvedené komponenty tvořící součást komory umožňují kalibraci spektrofotometru pomocí širokospektrálního osvětlení, tzn., že umožňují kalibraci přes celé spektrum viditelného světla. Tudíž nejsou potřeba etalony z chemických látek, které bývají v drtivé většině ohrožující životní prostředí. Navíc je možné kalibraci z velké části automatizovat, čímž se uspoří velké procento času přípravy měřicího přístroje do provozu. Navíc je možné díky inovativní komoře uskutečnit měření absorpce světla ze širšího spektra viditelného světla, čímž jedno měření umožní získat větší soubor dat o vlastnostech zkoumaného vzorku.

Ve výhodné konfiguraci technického řešení jsou čtyřčipové světelné diody v maticovém provedení. Maticové provedení docílí toho, že je světelný tok dopadající na kyvetu, a posléze na snímač rovnoměrný. Osvědčilo se uspořádání čtyřčipových světelných diod v provedení 3 x 3.

30

Ve výhodné konfiguraci je snímač tvořen třemi multispektrálními senzory. S výhodou má každý multispektrální senzor šest nezávislých optických filtrů se spektrální odezvou v rozsahu od 410 nm do 940 nm. Použití právě tří senzorů umožní jejich součinnost pro definování tzv. tristimulu, což je záznam spekter viditelného světla v souřadnicovém systému x, y, z.

35

V další výhodné konfiguraci technického řešení jsou vnitřní stěny tělesa černé, aby pohlcovaly dopadající světlo a nezkreslovaly výsledky měření odrazem světla od vlastních molekul. S výhodou je na dně tělesa vytvořen držák kyvety, do kterého se kyveta jednoduše zasouvá, a z něhož se vytažením vyndává.

40

Je výhodná konfigurace technického řešení, ve které je vrchní stěna tělesa odnímatelná pro usnadnění vyndávání a vkládání kyvety a pro snadné servisní zásahy týkající se zdroje světla, či snímače. S výhodou jsou zdroj světla a snímač upevněny na vyjímatelných deskách, přičemž uvnitř tělesa jsou drážky pro vsazení okrajů vyjímatelných desek. Vyjmutí desek usnadní posléze technický zákrok týkající se zdroje světla, nebo snímače. Pro snazší kompletaci komory je těleso opatřeno drážky vyjímatelných desek.

45

Mezi výhody technického řešení patří usnadnění následné kalibrace měřicího přístroje využívajícího komoru podle technického řešení, který nepotřebuje ke kalibraci toxické chemické látky a velký fond pracovních hodin odborného pracovníka. Kalibrace měřicího přístroje s komorou dle technického řešení je možné automatizovat, navíc díky použití viditelného světla, je provedena širokopásmová kalibrace vyžadující oproti stávajícím řešením zlomek času.

50

Objasnění výkresů

Uvedené technické řešení bude blíže objasněno na následujících vyobrazeních, kde:

- 5 obr. 1 prezentuje schematické znázornění komory pro provádění spektrálních měření,  
 obr. 2 prezentuje blokové schéma spektrofotometru využívajícího komoru podle technického řešení,

10

Příklad uskutečnění technického řešení

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní případy uskutečnění technického řešení jsou představovány pro ilustraci, nikoliv jako omezení technického řešení na uvedené příklady.  
 15 Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zajistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním technického řešení, která jsou zde popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty v rozsahu následujících nároků na ochranu.

20 Těleso 2 znázorněné na obr. 1 je vyrobené z plastu, přičemž pro prototyp komory 1 uvedený v příkladu uskutečnění bylo těleso 2 vyrobeno 3D tiskem z filamentu nesoucího odborné označení PLA. Těleso 2 je kvádr, přičemž je v prostoru orientováno tak, aby leželo na jedné ze svých větších stěn. Vnitřní stěny tělesa 2 byly nastříkány černou barvou na plasty.

25 Víko tělesa 2 je odnímatelné, přičemž při 3D tisku byly rozměry víka zvětšeny, aby nezapadalo do vnitřku tělesa 2. Na straně tvořící dno tělesa 2 byl při 3D tisku vytištěn držák v podobě objímky s odpovídajícím průměrem pro vkládání kyvety 4 s kapalným vzorkem 3. Podél krajních stěn tělesa 2, bylo vytištěno vedení pro vyjímatelné desky, na které se osazují další komponenty komory 1. Okraje vyjímatelných desek zapadají do vedení, podobně, jako když se rámečky na včelí plástve  
 30 vkládají do úlu.

Kyveta 4 je vytvořena z transparentního inertního materiálu, např. z laboratorního skla. Jedná se o nádobku na kapalný vzorek 3, jehož vlastnosti se budou v komoře 1 měřit.

35 Zdroj 5 světla je tvořen maticí devíti čtyřčipových světelných diod s rozložením matice 3 x 3. Toto rozložení zajišťuje rovnoměrný osvit kyvety 4 s měřeným vzorkem. Odborník může počet čtyřčipových světelných diod snížit, avšak za cenu přesnosti měření, či zvýšit, avšak tím by komoru 1 nadbytečně komplikoval s minimálním účinkem na její výsledný chod. Světelné diody mají čtyři čipy, přičemž každý z čipů reprezentuje jednu základní barvu, tzn. modrá, zelená, červená a bílá.

40

Snímač 6 intenzity dopadajícího světla je tvořen třemi multispektrálními senzory 8 pro měření intenzity viditelného světla (tzv. VIS) a blízkého infračerveného světla (tzv. NIR) při různých vlnových délkách. Pro prototyp technického řešení byla použita osmnácti kanálová čipová sada 7 nesoucí ke dni podání přihlášky užitého vzoru katalogové označení AS7265x. Multispektrální  
 45 senzory 8 jsou vybaveny šesti nezávislými optickými filtry, jenž vykazují odezvu v rozmezí od 410 nm do 940 nm.

Zdroj světla 5 a snímač 6 jsou upevněny k vyjímatelným deskám tělesa 2.

50 Zdroj 5 světla a snímač 6 jsou po zapojení komory 1 do měřícího přístroje společně řízeny mikrokontrolerem 13, jak je znázorněno na obr. 2. Čtyřčipové světelné diody jsou k mikrokontroleru 13 připojeny přes ovladač 9, kterým je řadič RGBW (zkratka od anglických slov „red“, „green“, „blue“, „white“). Mikrokontroler 13 instruuje čtyřčipové světelné diody, jaké mají vyzařovat barvy a intenzity světla pro jednotlivé sekvence spektrálního měření, přičemž právě

čtyřčipové světelné diody dokáží vygenerovat požadované viditelné světlo téměř libovolných parametrů (barva a intenzita) pro rozličné sekvence spektrálního měření, včetně kalibrace.

5 Součástí měřicího přístroje je řídicí jednotka 11, uvnitř které je výše zmiňovaný mikrokontroler 13 uložený. Řídicí jednotka 11 je opatřena komunikační jednotkou 12 pro přenos dat do vzdálené řídicí a vyhodnocovací jednotky 14, např. prostřednictvím USB konektoru. Vzdálenou řídicí a vyhodnocovací jednotkou 14 může být tablet, chytrý telefon, nebo počítač, opatřený komunikačním rozhraním 16 pro přenos dat (signálů) mezi mikrokontrolerem 13 a řídicí vyhodnocovací jednotkou 14.

10

Vzdálená řídicí a vyhodnocovací jednotka 14 obsahuje na svém datovém úložišti nainstalovaný řídicí, kalibrační a akviziční softwarový modul 15 pro řízení činnosti mikrokontroleru 13 a pro vyhodnocování naměřených intenzit na různých vlnových délkách.

15 Celý měřicí přístroj, včetně komory 1, ukázané na obr. 2 jsou napájeny z externího napájecího zdroje 17 bezpečného elektrického napětí.

Mikrokontroler 13 z příkladu měřicího přístroje dle obr. 2 je naprogramován pomocí programovacího jazyka C / C ++ pro řízení zdroje 5 světla a multispektrálního senzoru 8.  
20 Kalibrační a akviziční softwarový modul 15 je napsán v programovacím jazyce Python. Uživatelské rozhraní, které umožňuje uživateli ovládat měřicí přístroj z obr. 2, opravovat a zobrazovat naměřená data, je napsáno v programovacím jazyce Python pro operační systém Windows. Jedno uživatelské rozhraní umožňuje uživateli pracovat se všemi softwarovými komponentami. Komunikace mezi mikrokontrolerem 13 (C/C++) a uživatelským rozhraním  
25 (Python) na vzdálené řídicí a vyhodnocovací jednotce 14 probíhá pomocí speciálně vytvořeného přenosového prostředí.

### Průmyslová využitelnost

30

Komora pro provádění spektrálních měření podle technického řešení nalezne uplatnění ve spektrofotometrech pro zkoumání vlastností kapalných vzorků, v oblasti výzkumu, dále v oblasti kontroly potravin a jejich složení, v oblasti kontroly výstupní kvality, atp.

## NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Komora (1) pro provádění spektrálních měření tvořená tělesem (2) kvádrového nebo krychlového tvaru se světlo nepropustnými stěnami, dále tvořená zdrojem (5) světla umístěným uvnitř tělesa (2), dále tvořená snímačem (6) pro měření intenzity dopadajícího světla umístěným uvnitř tělesa (2), a dále tvořená kyvetou (4) pro vsazení zkoumaného kapalného vzorku (3) umístěnou uvnitř tělesa (2) a ležící v optické dráze světla procházejícího mezi zdrojem (5) světla a snímačem (6), **vyznačující se tím**, že zdroj (5) světla je tvořen nejméně devíti čtyřčipovými světelnými diodami pro vyzařování viditelného spektra světla, kde každý z čipů má emisi v jedné 10 barvě světla ze skupiny červená, zelená, modrá, bílá, a že snímač (6) je tvořen alespoň jedním multispektrálním senzorem (8) pro měření intenzity viditelného světla a blízkého infračerveného světla.
2. Komora podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že čtyřčipové světelné diody jsou uspořádány v maticovém provedení.
- 15 3. Komora podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že maticové provedení je 3 x 3.
4. Komora podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že snímač (6) je tvořen třemi multispektrálními senzory (8).
5. Komora podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že každý multispektrální senzor (8) má šest nezávislých optických filtrů se spektrální odezvou v rozsahu od 410 nm do 940 nm.
- 20 6. Komora podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že vnitřní stěny tělesa (2) jsou černé.
7. Komora podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že na dně tělesa (2) je vytvořen držák kyvety (4).
8. Komora podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že vrchní stěna tělesa (2) je 25 odnímatelná.
9. Komora podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že zdroj (5) světla a snímač (6) jsou upevněny na vyjímatelných deskách, přičemž uvnitř tělesa (2) jsou drážky pro držení vyjímatelných desek.

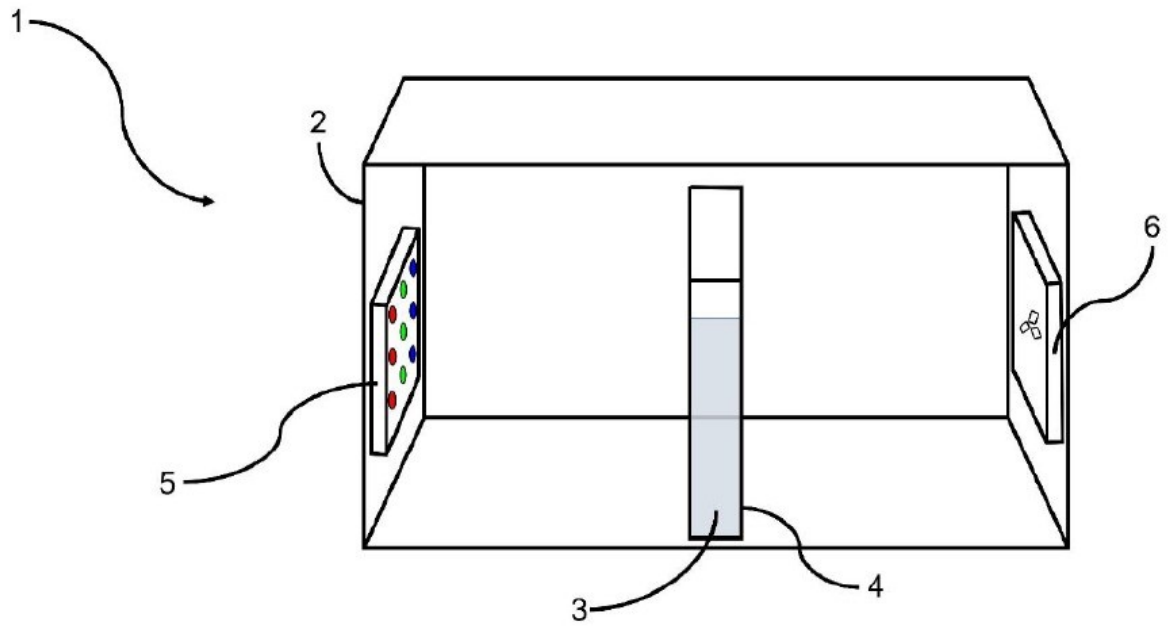
30

2 výkresy

Seznam vztahových značek:

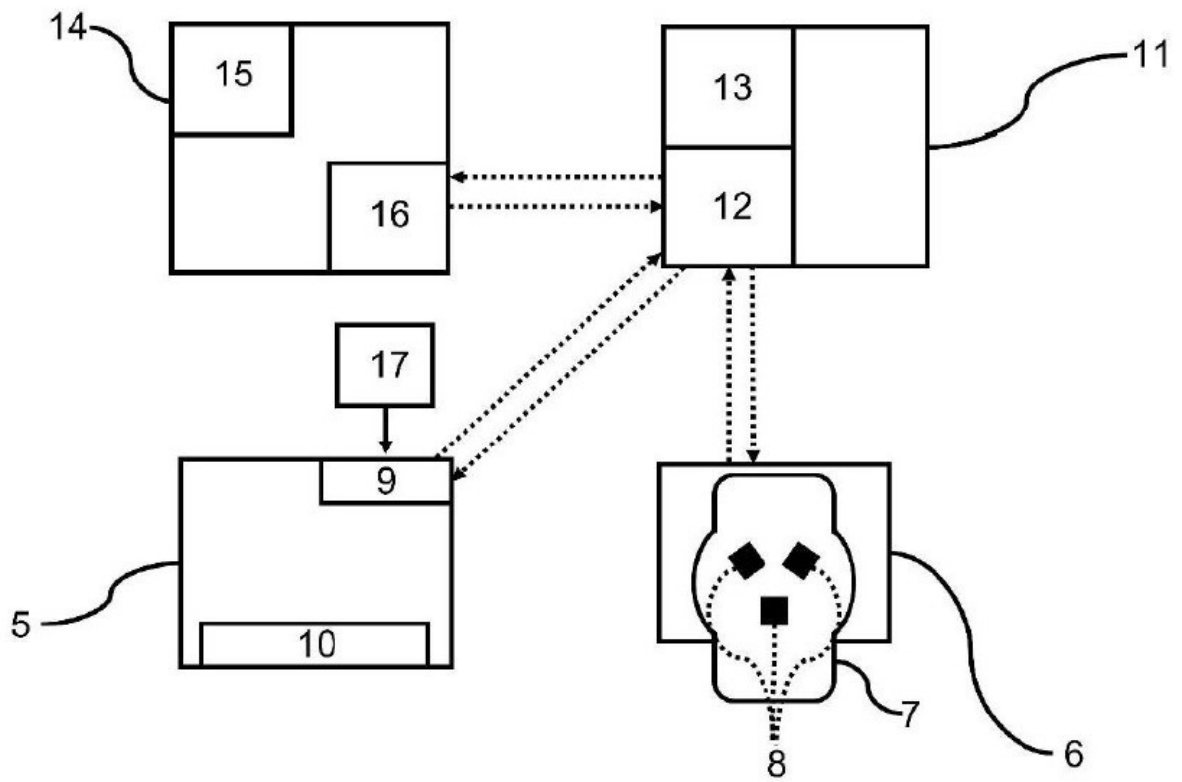
- 1 komora pro provádění spektrálních měření
- 2 těleso
- 3 kapalný vzorek
- 4 kyveta
- 5 zdroj světla
- 6 snímač
- 7 čipová sada multispektrálního senzoru
- 8 multispektrální senzor
- 9 ovladač zdroje světla
- 10 světelný zdroj viditelného spektra

- 11 řídicí jednotka
- 12 komunikační jednotka mikrokontroleru
- 13 mikrokontroler
- 14 vzdálená řídicí a vyhodnocovací jednotka
- 15 řídicí, kalibrační a akviziční softwarový modul nainstalovaný na vzdálené řídicí a vyhodnocovací jednotce
- 16 komunikační rozhraní vzdálené řídicí jednotky
- 17 externí napájecí zdroj



Obr. 1





Obr. 2