

G03B 7/00 (2021.01)
G12B 13/00 (2006.01)
G01J 5/02 (2022.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA

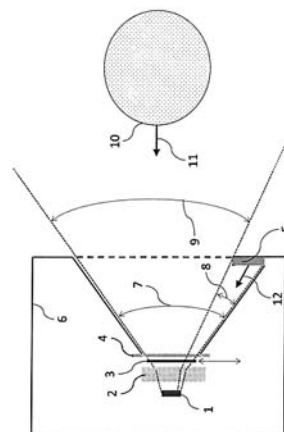


ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-501**
(22) Přihlášeno: **01.11.2021**
(40) Zveřejněno: **10.05.2023**
(Věstník č. 19/2023)
(47) Uděleno: **07.07.2023**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **16.08.2023**
(Věstník č. 33/2023)

(56) Relevantní dokumenty:
US 2021302234 A1.

(73) Majitel patentu:
Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, Jižní
Předměstí, CZ
(72) Původce:
prof. Ing. Milan Honner, Ph.D., Plzeň, Severní
Předměstí, CZ
Ing. Vladislav Lang, Ph.D., Plzeň, CZ
Ing. Michal Švantner, Ph.D., Líně, CZ
Ing. Jan Šroub, Ph.D., Plzeň, CZ
Ing. Tomáš Kohlschütter, Ph.D., Teplice, CZ
Ing. Jan Klepáček, Ph.D., Líně, CZ
(74) Zástupce:
Čermák a spol., JUDr. Karel Čermák, Ph.D.,
LL.M., advokát, Elišky Peškové 735/15, 150 00
Praha 5, Smíchov



(54) Název vynálezu:
Zařízení pro termografické měření teploty

(57) Anotace:
Zařízení pro termografické měření teploty, jehož nejméně jeden kalibrační tepelný člen (5) i detektor (1) jsou uloženy uvnitř pouzdra (6) zařízení pro termografické měření teploty, přičemž kalibrační tepelný člen (5) je trvale umístěn v zorném poli (7) a kalibrační pole (8) kalibračního tepelného členu (5) zabírá dvě až třicet procent plochy zorného pole (7).

Zařízení pro termografické měření teploty

Oblast techniky

5

Vynález se týká oblasti kvantitativní termografie, zejména pak termografického měření teploty osob, ale i dalších aplikací kde jsou zvýšené nároky na přesnost bezkontaktního stanovení plošného rozložení měřené teploty a zaměřuje se zejména na zařízení pro přesné termografické měření teploty.

10

Dosavadní stav techniky

15 Infračervené termografické měření je metoda měření plošného rozložení teploty objektů založená na detekci infračerveného záření vycházejícího z jejich povrchu. Teplota je měřicím systémem vyhodnocována na základě znalosti plošného rozložení infračerveného záření dopadajícího na detektor a dalších hodnot kvantifikujících působící tepelné procesy odrazu okolí či propustnosti prostředí.

20 Základní součástí termografického systému je optický systém, tedy například objektiv, kterým prochází infračervené záření a je usměřováno tak, aby dopadlo na detektor či senzor infračerveného záření. Ten přeměňuje toto záření na elektrický signál a je základním prvkem termografických systémů. Dále jsou součástí termografických systémů elektronické a softwarové systémy zajišťující zpracování elektrického signálu z detektoru a jeho interpretaci ve formě
25 teplotních polí zobrazených v tak zvaném termogramu a další nástroje, například pro nastavení parametrů měřeného objektu a okolí, uvažování parametrů optického systému, ovládání a řízení celého systému a export měřených dat.

30 Z hlediska principu senzoru infračerveného záření se rozlišují tepelné detektory a fotonové detektory. Nejběžnější detektory infračerveného záření jsou v současné době tepelné detektory založené na mikrobolometrických polích, tedy maticích miniaturních bolometrických detektorů, které mění svůj elektrický odpor v závislosti na své teplotě. Teplota senzoru se mění v závislosti na množství pohlceného infračerveného záření. Změna teploty a tím i jejich odporu však ve skutečnosti může být ovlivněna mnoha dalšími faktory, například teplotou okolí. Aby byla změna
35 teploty bolometru úměrná pouze absorbovanému infračervenému záření, je pro celý systém podstatná vhodná geometrická konfigurace, zejména izolace detektoru od okolí, ale také systém korekcí a kompenzací celého systému.

40 Běžným řešením u bolometrických kamer je například měření teploty detektoru a jeho okolí a využití pohyblivé clonky mezi detektorem a objektivem, přičemž jedno konkrétní řešení je popsáno v dokumentu US 006929410 B2. Clonka se v určitých intervalech na krátkou dobu uzavírá a na základě její teploty a známých vlastností je provedena korekce a kalibrace měřených hodnot. Způsob provedení těchto korekcí, použité materiály, geometrická konfigurace uspořádání a použité algoritmy jsou stěžejní pro výslednou přesnost a stabilitu měřicího infračerveného systému.
45 Zatímco citlivost, tedy teplotní rozlišení, u termografických kamer založených na bolometrických detektorech může být i lepší než 0,05 °C, přičemž citlivost chlazených fotonových detektorů bývá ještě vyšší, tak jejich přesnost z hlediska kvantitativního stanovení správné teploty se většinou pohybuje v rozmezí od ±2 °C až po ±5 °C nebo i horší v závislosti na konstrukci zařízení, okolních podmínkách a měřeném teplotním rozsahu. Různé principy, přístupy a metody řešení vnitřního
50 uspořádání termografických systémů jsou podrobně popsány v odborných publikacích a patentových dokumentech například v US 005994701 A, US 006267501 B1, US 006476392 B1, US 006953932 B2, US 007105818 B2, US 008049163 B1 nebo WO 0184118 A2.

55 Nevýhodou těchto běžných termografických systémů v aplikacích s vysokými nároky na absolutní přesnost měření je jejich nedostatečná přesnost a dlouhodobá teplotní stabilita. Přesnost určení

teploty představuje rozdíl mezi skutečnou teplotou měřeného objektu a teplotou určenou měřicím přístrojem typicky při měření teploty referenčního zdroje záření (tzv. černého tělesa). Teplotní stabilita termografického systému vyjadřuje, jak se teplota určená měřicím systémem mění při měření referenčního zdroje záření o konstantní teplotě v závislosti na vnějších a vnitřních teplotních podmínkách. V případě běžných termografických systémů je výrobcem udávána přesnost ± 2 °C nebo horší, která v sobě obsahuje i vlivy teplotní stability. Pro relevantní měření teploty osob za účelem zjištění jejich zvýšené teploty, respektive horečky, kdy požadujeme přesnost v řádu desetin °C typicky v rozsahu 35 až 40 °C, proto není běžný termografický systém použitelný.

Pro zvýšení přesnosti termografických systémů se využívá kalibračního zařízení, kterým je tak zvané referenční černé těleso. Černé těleso je zařízení, které vydává infračervené záření úměrné jeho teplotě, přičemž přesnost a stabilita jeho teploty je vyšší než přesnost běžné termografické kamery a běžně dosahuje přesnost $\pm 0,5$ °C a stabilitu $\pm 0,1$ °C.

Černé těleso se standardně umísťuje tak, aby bylo v jednom záběru s měřeným objektem a v podobné vzdálenosti jako měřený objekt, aby byly černé těleso i měřený objekt zaostřené. Termografický záznam z oblasti černého tělesa, u kterého se předpokládá známá teplota, se poté využije ke korekci celého termogramu. Korekce se v nejjednodušším případě provádí odečtením rozdílu teploty černého tělesa měřené termografickou kamerou a jeho skutečné teploty od zbytku termogramu. Ideální přitom je, když je teplota černého tělesa co nejbližší k teplotě měřeného objektu. Černé těleso může fungovat buď zcela nezávisle na termografické kameře anebo může být s termokamerou spojené do jednoho systému.

Nevýhodou těchto termografických systémů s černým tělesem je nutnost využívat dvě zařízení, z nichž jedno je vzdálené od měřeného objektu, tedy termografická kamera a jedno je v blízkosti měřeného objektu, tedy černé těleso. To velmi komplikuje obsluhu celého systému. Zásadní nevýhodou a omezením je požadavek, aby černé těleso bylo neustále v zorném poli kamery. To většinou vede na řešení s fixní geometrickou konfigurací černého tělesa a termografické kamery, kdy i při malých změnách polohy jednoho z těchto zařízení je nutné provést kontrolu polohy černého tělesa v zorném poli kamery a označení oblasti černého tělesa v záběru kamery, ze které se následně stanovuje korekce pro celý termogram.

Jako výrazná nevýhoda se také projevuje nutnost umístění černého tělesa do blízkosti měřeného objektu, což často vede k nutnosti umístění buď termografické kamery, nebo černého tělesa do volného prostoru, což se jeví jako komplikace v praktické instalaci termografického systému. Toto řešení je nicméně často dodáváno jako standardní set například pro termografické měření teploty osob.

Pokud nelze aplikovat výše uvedené řešení, jako alternativní možnost lze použít pohyblivé černé těleso, které se na potřebný časový okamžik vloží před objektiv, provede se kalibrace, tedy stanovení korekce, a následně je ze zorného pole kamery černé těleso odstraněno a provádí se záznam teplot měřeného objektu. Předpokládá se přitom, že pokud se měření provede krátce po kalibraci, tak se podmínky a korekční konstanta zásadně nezmění. Tento způsob je ovšem většinou méně přesný než systém se statickou konfigurací termografické kamery a černého tělesa, které je po celou dobu měření v záběru kamery. Nevýhodou je také složitější manipulace s jednotlivými částmi systému, kterou je nutno provádět po celou dobu měření. To značně omezuje univerzálnost takového měřicího systému a snižuje možnosti jeho využití.

Nevýhodu složitější manipulace do jisté míry odstraňuje řešení s černým tělesem integrovaným na tělo kamery podle WO 2005092051 A2. Také v tomto případě se jedná o pohyblivý systém, kde je černé těleso přichycené zvenku na tělo kamery a je pro provedení kalibrace v určitých časech vyklopeno tak, že zakryje celý objektiv, následně je provedena kalibrace a korekce měřených hodnot a potom je průzor objektivu zase uvolněn a probíhá měření standardním způsobem. Toto řešení zvyšuje mobilitu celého systému, neřeší ovšem výše uvedené nedostatky vyplývající z periodické podstaty kalibrace a nutnosti mechanické manipulace s černým tělesem.

Podstata vynálezu

5 Uvedené nedostatky jsou v podstatné míře odstraněny u zařízení pro přesné termografické měření teploty podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že nejméně jeden kalibrační tepelný člen i detektor jsou uloženy uvnitř pouzdra zařízení pro termografické měření teploty, přičemž kalibrační tepelný člen je trvale umístěn v zorném poli a kalibrační pole kalibračního tepelného členu zabírá dvě až třicet procent plochy zorného pole.

10 Mezi detektorem a kalibračním tepelným členem je uložen objektiv, clona a ochranné sklo. Kalibrační tepelný člen je umístěn v zorném poli v optickém vstupu, přičemž optický vstup je zapuštěn do pouzdra a povrch optického vstupu se postupně směrem dovnitř od vnějšího povrchu pouzdra zužuje. Kalibrační tepelný člen je umístěn od detektoru ve vzdálenosti od 20 do 300 mm.

15 Vnější povrch pouzdra je v kontaktu s vnějším prostředím.

Kalibrační tepelný člen je výhodně opatřen teplotním čidlem a/nebo topným elementem.

20 Vyzařovací plocha kalibračního tepelného členu je vyrobena z materiálu s emisivitou v rozmezí 0.7 až 1.

Výhody zařízení pro termografické měření podle vynálezu jsou v přesnosti určení teploty měřeného objektu a komfortu jeho použití, a to jak pro osoby zajišťující jeho obsluhu, tak pro měřené osoby.

25 Tím, že je kalibrační tepelný člen integrován do pouzdra zařízení a je trvale umístěn v zorném poli, dochází při měření k průběžné korekci tepelných procesů způsobujících nepřesnosti určení skutečné teploty měřeného objektu. Navržené zařízení může být přitom plně kompaktní, přenosné a vhodné jak pro manuální použití, tak pro fixní připevnění.

30 V rámci stávajícího stavu techniky se používala termografická zařízení s kalibračními členy, které nebyly při měření trvale umístěny v zorném poli. Tím, že je kalibrační člen trvale umístěn v zorném poli, dochází v průběhu měření k průběžné korekci tepelných procesů ovlivňujících naměřené hodnoty teplot, výsledkem je proto zvýšení přesnosti určení skutečné teploty měřeného objektu.

35 V rámci stávajícího stavu techniky se používala termografická zařízení s kalibračními členy, které nebyly součástí vlastního těla měřicího systému. To s sebou přinášelo omezení uživatelského komfortu jak při přípravě měřicího systému, tak při samotném měření. Tím, že je kalibrační člen trvalou součástí pouzdra, je celé termografické zařízení kompaktní, okamžitě připravené k měření, 40 odpadá nutnost nastavení přesné polohy kalibračního členu vůči detektoru a při jakékoli změně polohy zařízení zaujímá kalibrační člen stále stejné zorné pole, což je velkou výhodou v aplikacích, kde je potřeba mezi měřeními či dokonce v průběhu měření měnit polohu měřicího systému. Navíc kalibrační člen nijak nepřekáží v pohybu měřených neživých i živých objektů v aplikacích, kde dochází k postupnému měření teploty většího počtu měřených objektů za sebou.

45

Objasnění výkresů

50 Příkladné provedení vynálezu je znázorněno na přiložených obrázcích, kde obr. 1 znázorňuje schematicky uspořádání jednotlivých základních částí zařízení pro termografické měření teploty, obr. 2 znázorňuje schematicky zorné pole s měřeným objektem u zařízení pro termografické měření teploty s kalibračním tepelným členem umístěným v rohu zorného pole, obr. 3 znázorňuje schematicky zorné pole s měřeným objektem u zařízení pro termografické měření teploty s podélným kalibračním tepelným členem umístěným uprostřed zorného pole, obr. 4 znázorňuje 55 schematicky zorné pole s měřeným objektem u zařízení pro termografické měření teploty s

5 kruhovým kalibračním tepelným členem umístěným uprostřed zorného pole, obr. 5 znázorňuje
 10 schematicky vlastní kalibrační tepelný člen a jeho jednotlivé části, obr. 6 znázorňuje uspořádání
 termografického zařízení pro měření teploty zajišťované obsluhou z bočního pohledu, obr. 7
 znázorňuje uspořádání termografického zařízení pro bezobslužné měření teploty z bočního
 15 pohledu, obr. 8 znázorňuje uspořádání termografického zařízení pro bezobslužné měření teploty z
 čelního pohledu, obr. 9 znázorňuje uspořádání termografického zařízení s dvěma kalibračními
 členy, obr. 10 znázorňuje schematicky uspořádání zařízení pro termografické měření teploty a
 měřeného objektu při stacionárním měření teploty osob v hygienických a protiepidemických
 20 aplikacích, obr. 11 znázorňuje schematicky uspořádání zařízení pro termografické měření teploty
 a měřeného objektu při měření teploty osob ve zdravotnických a lékařských aplikacích, obr. 12
 znázorňuje schematicky uspořádání zařízení pro termografické měření teploty a měřeného objektu
 při ručním měření teploty osob v protiepidemických a zdravotnických aplikacích.

15 Příkladné uskutečnění vynálezu

Příkladné provedení zařízení pro přesné termografické měření teploty podle vynálezu je
 schematicky znázorněno na obr. 1. Základní částí zařízení je termografický infračervený detektor
 20 1, který snímá plošné rozložení měřeného záření 11 měřeného objektu 10. Před detektorem 1 je
 umístěn objektiv 2, který opticky definuje zorné pole 7, za kterého dopadá měřené záření 11 na
 detektor 1. Detektor 1, objektiv 2 a další elektrické a elektronické části zařízení, jako například
 25 řídicí počítač, vyhodnocovací obvody, bateriové napájení, jsou umístěny uvnitř pouzdra 6, které
 zajišťuje jeho mechanickou ochranu. V oblasti průniku pouzdra 6 a zorného pole 7 je umístěno
 ochranné sklo 4, které umožňuje vstup měřeného záření 11 a současně tvoří mechanickou
 30 ochranu optických částí zařízení. Mezi ochranným sklem 4 a objektivem 2 je umístěna pohyblivá
 clona 3. Tato clona 3 ve své jedné poloze opticky zakrývá zorné pole 7 a nepropouští měřené záření
11 na detektor 1. Clona 3, objektiv 2 a detektor 1 jsou umístěny uvnitř pouzdra 6 ve své blízkosti
 tak, aby byly trvale ve stejných tepelných podmínkách.

30 Kalibrační tepelný člen 5, který vydává kalibrační záření 12, je umístěn v části zorného pole 7 tak,
 aby kalibrační záření 12 trvale dopadalo na detektor 1. Kalibrační pole 8 tvoří část zorného pole 7,
 ze kterého dopadá na detektor 1 kalibrační záření 12. Kalibrační tepelný člen 5 je přitom upevněn
 v pouzdru 6 tak, aby byl trvale v kontaktu s vnějším prostředím a tedy ve stejných nebo podobných
 35 tepelných podmínkách jako měřený objekt 10. Vzdálenost kalibračního tepelného členu 5 od
 detektoru 1 je přitom zvolena tak, aby jak kalibrační tepelný člen 5, tak měřený objekt 10 byly
 současně v rozmezí vzdáleností, na kterém je možné pořizovat zaostřené termogramy.

Velikost kalibračního tepelného členu 5 je taková, aby pro zvolenou vzdálenost od detektoru 1
 40 zabíralo kalibrační pole 8 v rozmezí od 2 % do 30 % plochy zorného pole 7. U termografického
 zařízení pro obecné použití může být kalibrační tepelný člen 5 výhodně umístěn v rohu zorného
 pole 7, jak schematicky znázorňuje obr. 2. Měřený objekt 10 je pak měřen v poloze ve středu
 zorného pole 7.

Pro jiné aplikace však kalibrační tepelný člen 5 může být umístěn také v jiných částech zorného
 45 pole 7. Jak schematicky znázorňuje obr. 3, může být kalibrační tepelný člen 5 uprostřed zorného
 pole 7, což může být výhodné pro porovnávací termografická měření, kdy jsou současně měřeny
 dva měřené objekty 10.

Kalibrační tepelný člen 5 může také tvořit souvislý pás po okraji zorného pole 7 anebo být umístěn
 50 uprostřed zorného pole 7, jak schematicky ukazuje obr. 4. Měřený objekt 10 je v tomto případě
 takového tvaru, že měřené záření 11 nepřichází na detektor 1 kalibračním polem 8 tvořeným
 kalibračním tepelným členem 5.

Vlastní kalibrační tepelný člen 5, jak je patrné z obr. 5, se může skládat z topného elementu 13,
 55 těla 14, vyzařovací plochy 15 a teplotního čidla 16. Tělo 14 je výhodně provedeno z mědi nebo

jiného dobře tepelně vodivého materiálu, do kterého je vsazeno teplotní čidlo 16. Kalibrační záření 12 vychází z vyzařovací plochy 15, která je obrácena ve směru na detektor 1. Velikost vyzařovací plochy 15 pak definuje kalibrační pole 8. Vyzařovací plocha 15 je opatřena povrchovou úpravou s vysokou hodnotou emisivity například termografickým povlakem. Teplotní čidlo 16 je v dobrém
 5 tepelném kontaktu s vyzařovací plochou 15 tak, aby se teplota měřená teplotním čidlem 16 a teplota povrchu vyzařovací plochy 15 co nejméně lišily. Součástí kalibračního tepelného členu 5 může být výhodně i topný element 13, který spolu s teplotním čidlem 16 zajišťuje ohřev vyzařovací plochy 15 na požadovanou teplotu.

10 Kalibrační tepelný člen 5 je vně optické části systému, je však integrován v kompaktním pouzdře 6, které tvoří kompletní zařízení pro přesné termografické měření teploty. Uvnitř tohoto pouzdra 6 jsou umístěny termografický infračervený detektor 1 s optickými členy a veškerá další elektronická a řídicí zařízení nezbytná pro funkci termografického měřicího zařízení, například řídicí procesor, příslušenství pro napájení či příslušenství pro ukládání naměřených dat. Na vnější straně pouzdra
 15 6 jsou umístěny ovládací a případně i zobrazovací prvky měřicího zařízení, například přepínač pro zapnutí vypnutí nebo displej pro zobrazení měřeného obrazu, tedy termogramu, a dále vstupy a výstupy pro napájení nebo datové toky, případně externí paměťové karty.

Zásadní součástí zařízení podle vynálezu je řešení optického vstupu, jak je znázorněno na obr. 1, který je zapuštěn do kompaktního pouzdra 6 pomocí kónického otvoru, který se od povrchu postupně zužuje a jehož stěny kopírují zorné pole 7. Hloubka tohoto otvoru odpovídá požadované vzdálenosti optické části zařízení od kalibračního tepelného členu 5, který je umístěn na otevřené straně otvoru pouzdra 6 na úrovni jeho vnějšího povrchu. Tímto způsobem je zajištěna zejména
 20 mechanická ochrana kalibračního tepelného členu 5, který tak není vytrčen do prostoru a minimalizuje se tak riziko jeho mechanického poškození.

Možné varianty uspořádání celého zařízení jsou schematicky znázorněny na obr. 6, obr. 7, obr. 8 a obr. 9. Obr. 6 znázorňuje zařízení pro termografické měření teploty prováděné obsluhou. Infračervené měřené záření 11 z povrchu měřeného objektu 10, který se nachází v zorném poli 7
 30 měřicího systému, do něj vstupuje na jedné straně kónickým otvorem, kde je umístěn kalibrační tepelný člen 5. Zobrazovací jednotka 17, která obsluhuje ukazuje výsledný termogram měřeného objektu 10, vydává zobrazované záření 18 ve viditelné části elektromagnetického spektra.

Příklad uskutečnění termografického zařízení pro bezobslužné měření teploty ukazuje obr. 7 z bočního pohledu a obr. 8 z čelního pohledu. Měřeným objektem 10, který vydává infračervené měřené záření 11, je v tomto případě obličej měřené osoby. Termogram je zobrazován ve viditelném spektru na zobrazovací jednotce 17, která je umístěna na čelní straně pouzdra 6
 35 termografického zařízení tak, aby bylo možné pro měřenou osobu nacházející se v zorném poli 7 současně sledovat výsledek měření na zobrazovací jednotce 17.

Příklad uskutečnění termografického zařízení s dvěma kalibračními tepelnými členy 5 ukazuje obr. 9. Jedná se o zařízení určené pro bezkontaktní měření teploty v aplikacích vyžadujících extrémní přesnost určení teploty či v aplikacích, kde dochází k relativně velkým změnám okolní teploty. V takových případech je součástí zařízení podle vynálezu více kalibračních tepelných
 45 členů, v konkrétním případě na obr. 9 dva. Každý kalibrační tepelný člen 5 v tom případě zaujímá jinou část zorného pole 7. Teplota kalibračních tepelných členů 5 je odlišná. Buď je teplota obou kalibračních tepelných členů 5 udržována regulací na konstantní hodnotě, například při měření teploty osob na teplotách 35 °C a 40 °C. Nebo je jeden z kalibračních tepelných členů 5 teplotně neregulovaný a přejímá teplotu vnějšího prostředí, ve kterém se pouzdro 6 nachází.

Použití zařízení pro termografické měření teploty podle vynálezu je takové, že měřený objekt 10, kterým je živá osoba anebo neživý předmět, je umístěn v zorném poli 7. Plošné rozložení měřeného záření 11 povrchu měřeného objektu 10 v infračervené oblasti elektromagnetického spektra dopadá přes ochranné sklo 4 a objektiv 2 na detektor 1. Pomocí dalších elektrických a elektronických částí
 50

zařízení je vyhodnocováno plošné rozložení teploty, které je zobrazováno na zobrazovací jednotce 17, případně ukládáno na paměťové médium anebo posíláno datovým tokem ven.

5 V průběhu měření je v určitých intervalech spouštěna interní kalibrace využívající clonu 3. Při zakrytém zorném poli 7 dopadá na celý detektor 1 měřené záření 11 z povrchu clony 3. Jedná se o proceduru obvykle označovanou zkratkou NUC (non-uniformity correction), při níž clona 3 slouží jako plošný referenční zdroj a výstupem je zjištění aktuálních vlastností jednotlivých částí plošného maticového detektoru pro dosažení vyšší přesnosti určení teploty.

10 Kalibrační tepelný člen 5 je v průběhu měření ohříván na teplotu vyšší, než je teplota okolí, ideálně na teplotu blízkou teplotě měřeného objektu 10, pokud to aplikace dovoluje. Zároveň je souběžně měřena teplota kalibračního tepelného členu 5 pomocí teplotního čidla 16, které je jeho součástí. Paralelně probíhá pomocí detektoru 1 měření plošného rozložení měřeného záření 11 z povrchu měřeného objektu 10 v nezakryté části zorného pole 7 a v rámci kalibračního pole 8 probíhá měření
15 kalibračního záření 12 z povrchu kalibračního tepelného členu 5. Pomocí kalibračních algoritmů je pak souběžně a průběžně, tedy on-line, po celou dobu záznamu prováděna korekce měřených hodnot.

20 Kalibrační postupy a algoritmy se mohou lišit v závislosti na podmínkách a požadavcích měření, například v závislosti na tom, jestli bude teplota kalibračního tepelného členu 5 řízena pomocí teplotního čidla 16 na konstantní hodnotu nebo jestli bude kalibrační tepelný člen 5 pasivní, tedy bez ohřevu, nebo bude kalibrační tepelný člen 5 ohříván konstantním výkonem a kalibrace bude prováděna na základě plovoucí proměnné teploty přesně měřené teplotním čidlem 16. Tento proces souběžného termografického infračerveného snímání a kalibrace probíhá kontinuálně po celou
25 dobu záznamu. To umožňuje výrazným způsobem eliminovat jak dlouhodobý posuv měřené hodnoty, takzvaný drift, tak krátkodobé výkyvy, které mohou být obecně způsobené například změnou vnějších podmínek, vlastnostmi optického systému nebo vlastnostmi vnitřního řízení a kalibrace.

30 Výsledkem je přesné plošné rozložení teploty měřeného objektu 10. Použití je zejména v aplikacích, kde velmi záleží na přesnosti určení teploty. Typicky jsou to případy měření teploty povrchu lidského obličeje. Použití zařízení podle vynálezu v případě měření teploty procházejících osob je schematicky ukázáno na obr. 10. Měřená osoba různé výšky přistupuje do zorného pole 7 měřicího systému a po změření odchází. Zde se s výhodou využívá uspořádání s kalibračním
35 tepelným členem 5 integrovaným do pouzdra 6 zařízení podle vynálezu, neboť tento kalibrační tepelný člen 5 nebrání žádným způsobem v pohybu měřených osob.

Jiný příklad použití schematicky zobrazuje obr. 11. Jedná se o zdravotnické či lékařské použití termografického měření teploty osob, kde dochází ke vzájemnému pohybu měřicího systému a
40 měřené osoby do polohy, kde je měřená část osoby v zorném poli 7. Buď je polohován měřicí systém například ručně při měření více ležících pacientů s použitím jednoho měřicího systému. Anebo je polohována měřená osoba a termografický měřicí systém je v pevné poloze jako například u termografického skeneru. Obě možnosti mohou být využity v případech, kdy je termografický měřicí systém trvalou součástí konstrukce mobilního lůžka či záchranného dopravního prostředku.
45 Také v těchto případech se s výhodou využije uspořádání s kalibračním tepelným členem 5 integrovaným do pouzdra 6 zařízení podle vynálezu, neboť tento kalibrační tepelný člen 5 nebrání žádným způsobem ve vzájemném pohybu měřené osoby a měřicího systému.

50 Další příklad použití schematicky zobrazuje obr. 12. Jedná se o ruční protiepidemické či zdravotnické použití termografického měření teploty osob. Měřeným objektem 10 je kontrolovaná osoba. Měřicí systém je polohován ručně druhou osobou do polohy, kdy je měřená část kontrolované osoby, typicky koutek oka, v zorném poli 7. Také v těchto případech se s výhodou využije uspořádání s kalibračním tepelným členem 5 integrovaným do pouzdra 6 zařízení podle vynálezu, neboť tento kalibrační tepelný člen 5 je při změně polohy měřicího systému stále ve

stejně poloze vůči zornému poli 7 a navíc nebrání žádným způsobem ve vzájemném pohybu měřené osoby a měřicího systému.

5 Průmyslová využitelnost

Vynález je využitelný pro aplikace termografického měření s vysokými nároky na přesnost stanovení teploty měřeného objektu například pro termografické měření teploty osob či zvířat nebo pro termografické měření opticko-tepelných vlastností materiálů.

10

V oblasti měření teploty osob se jedná o hygienické a protiepidemické aplikace termografického měření s cílem odhalení osob se zvýšenou tělesnou teplotou jako projevem indikujícím infekční onemocnění, o zdravotnické a lékařské aplikace termografického měření s cílem určit celkový zdravotní stav osoby pomocí tělesné teploty anebo lokální problémy pomocí rozložení teploty na povrchu těla, o bezpečnostní a policejní aplikace termografického měření s cílem detekovat záměrně nepravdivé odpovědi vyšetřované osoby, nebo o aplikace termografického měření v zábavním průmyslu s cílem bezkontaktně měřit emoce osob.

15

V oblasti měření teploty zvířat se jedná o veterinární a zemědělské aplikace termografického měření s cílem odhalení kusů s lokálními záněty či jinými zdravotními problémy projevující se zvýšenou teplotou.

20

V oblasti měření opticko-tepelných vlastností materiálů se jedná o aplikace termografického měření v rámci laboratorních zařízení pro měření emisivity/pohltivosti nebo odrazivosti povrchů materiálů s cílem stanovit jejich spektrální, teplotní, úhlové, časové a plošné rozložení, o aplikace termografického měření v rámci průmyslových zařízení pro kontrolu kvality vyráběných materiálů či povrchových úprav s funkčními opticko-tepelnými vlastnostmi.

25

PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Zařízení pro termografické měření teploty, **vyznačující se tím**, že nejméně jeden kalibrační tepelný člen (5) i detektor (1) jsou uloženy uvnitř pouzdra (6) zařízení pro termografické měření teploty, přičemž kalibrační tepelný člen (5) je trvale umístěn v zorném poli (7) a kalibrační pole (8) kalibračního tepelného členu (5) zabírá dvě až třicet procent plochy zorného pole (7).
2. Zařízení pro termografické měření teploty podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že mezi detektorem (1) a kalibračním tepelným členem (5) je uložen objektiv (2), clona (3) a ochranné sklo (4).
- 10 3. Zařízení pro termografické měření teploty podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kalibrační tepelný člen (5) je umístěn v zorném poli (7) v optickém vstupu, přičemž optický vstup je zapuštěn do pouzdra (6) a povrch optického vstupu se postupně směrem dovnitř od vnějšího povrchu pouzdra (6) zužuje.
- 15 4. Zařízení pro termografické měření teploty podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kalibrační tepelný člen (5) je umístěn od detektoru (1) ve vzdálenosti od 20 do 300 mm.
5. Zařízení pro termografické měření teploty podle některého z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že vnější povrch pouzdra (6) je v kontaktu s vnějším prostředím.
6. Zařízení pro termografické měření teploty podle některého z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že kalibrační tepelný člen (5) je opatřen teplotním čidlem (16).
- 20 7. Zařízení pro termografické měření teploty podle některého z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že kalibrační tepelný člen (5) je opatřen topným elementem (13).
8. Zařízení pro termografické měření teploty podle některého z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že vyzařovací plocha (15) kalibračního tepelného členu (5) je vyrobena z materiálu s emisivitou v rozmezí 0,7 až 1.

25

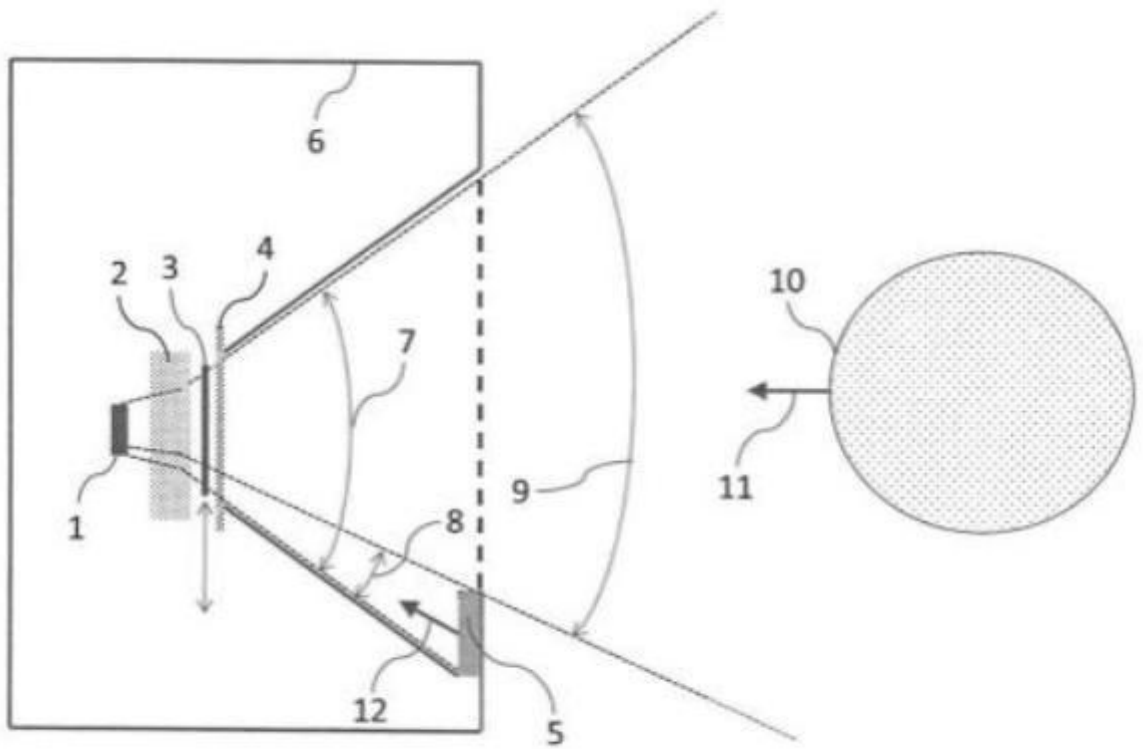
12 výkresů

Seznam vztahových značek:

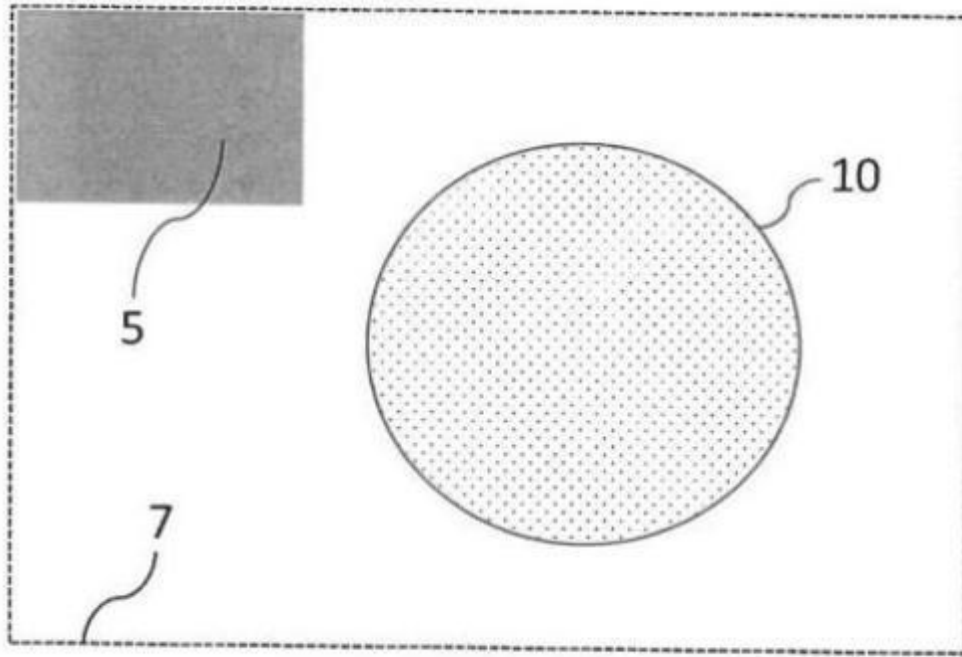
- 1 - detektor
- 2 - objektiv
- 3 - clona
- 4 - ochranné sklo
- 5 - kalibrační tepelný člen
- 6 - pouzdro
- 7 - zorné pole
- 8 - kalibrační pole
- 9 - měřicí pole
- 10 - měřený objekt
- 11 - měřené záření
- 12- kalibrační záření
- 13 - topný element
- 14 - tělo
- 15 - vyzařovací plocha
- 16 - teplotní čidlo

17 - zobrazovací jednotka

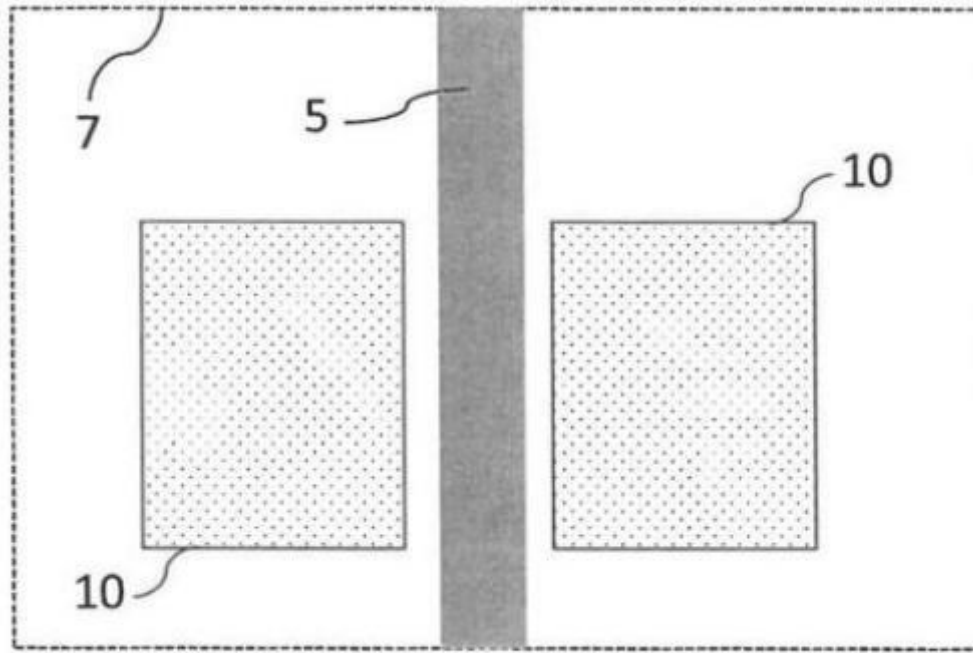
18 - zobrazované záření



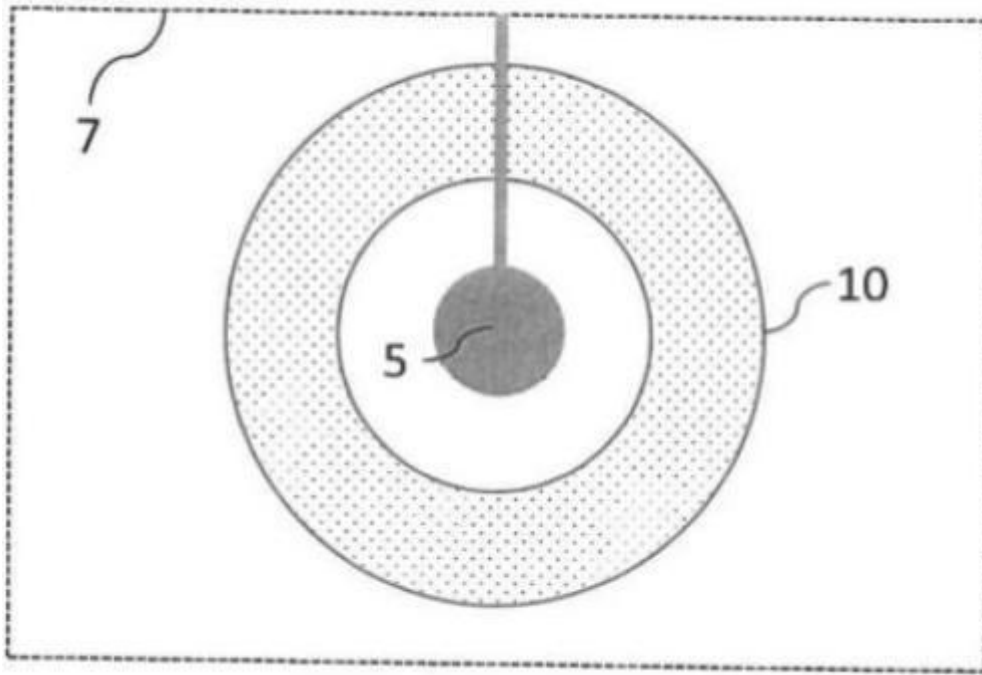
Obr. 1



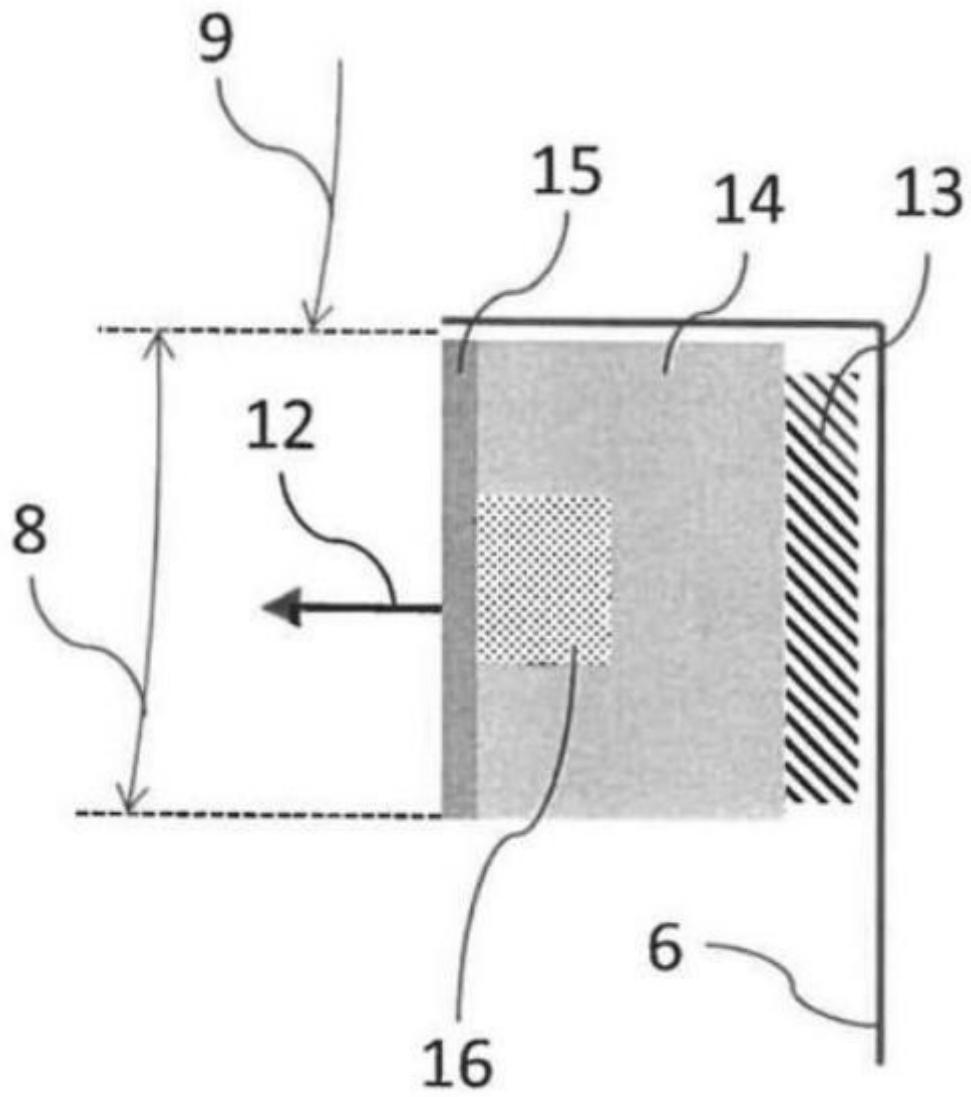
Obr. 2



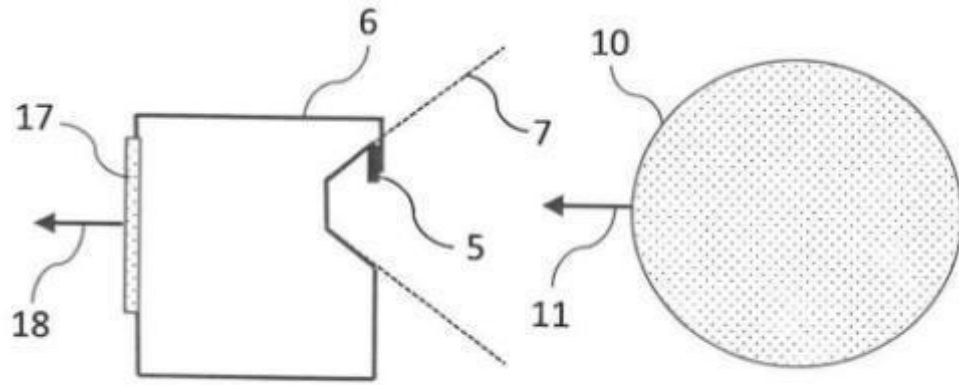
Obr. 3



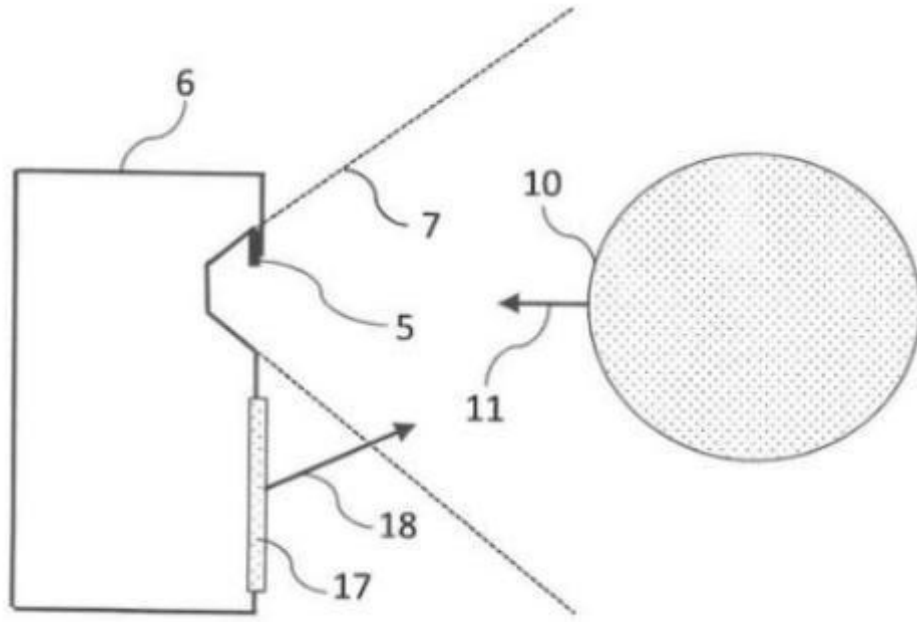
Obr. 4



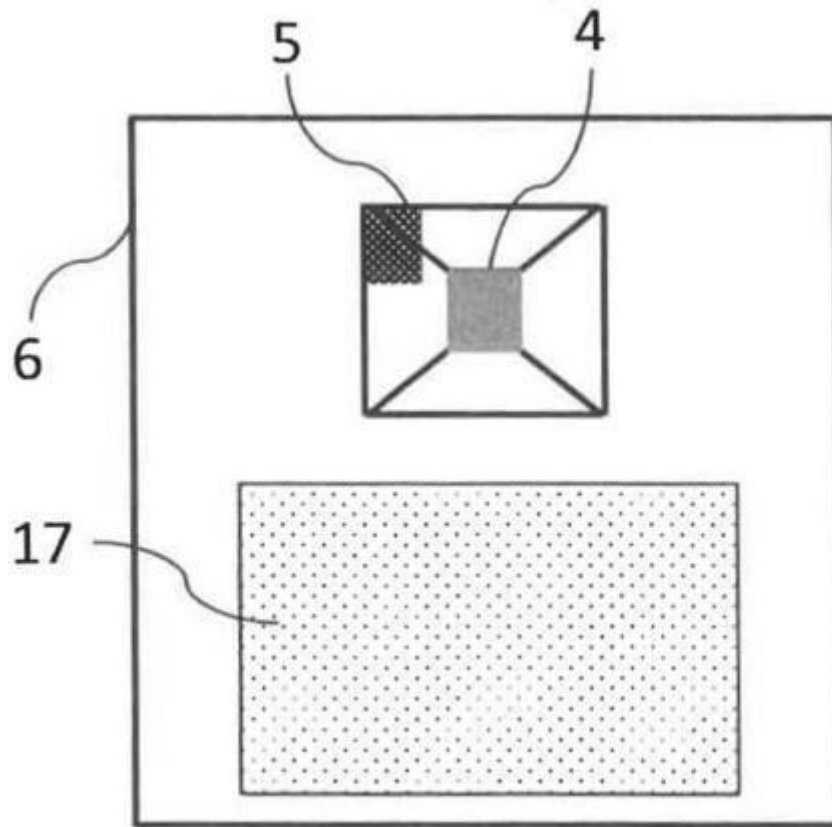
Obr. 5



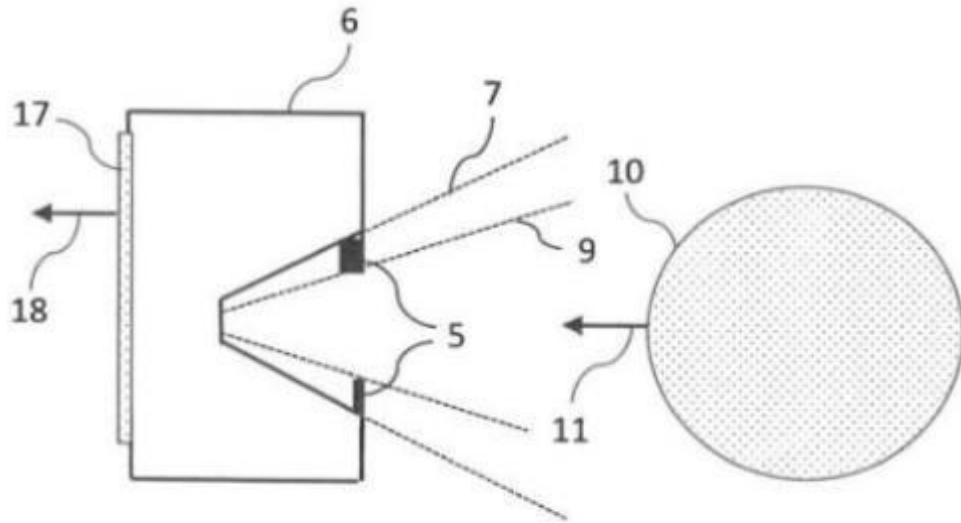
Obr. 6



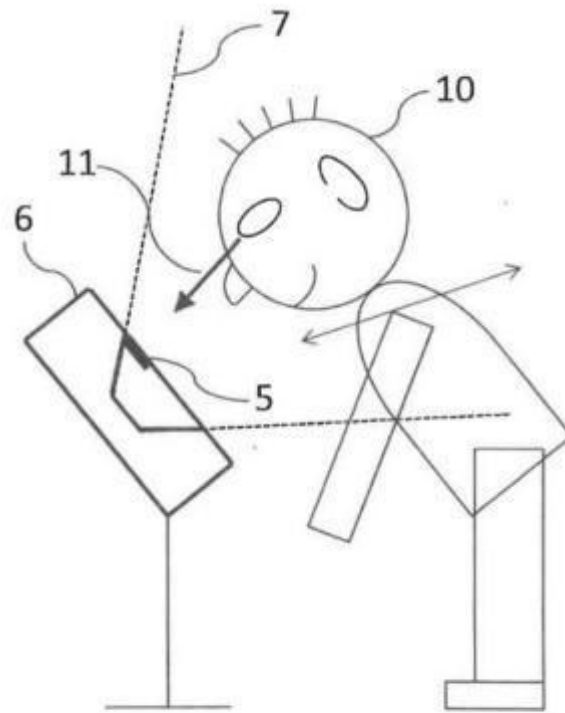
Obr. 7



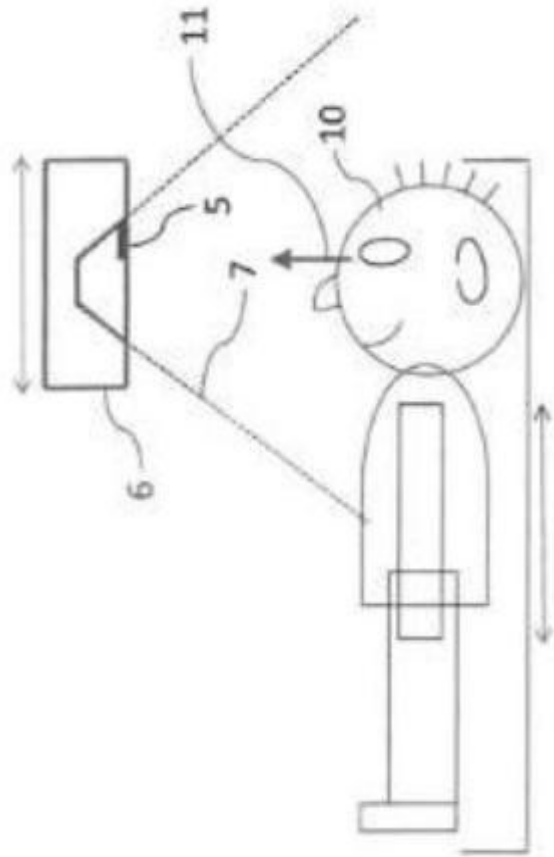
Obr. 8



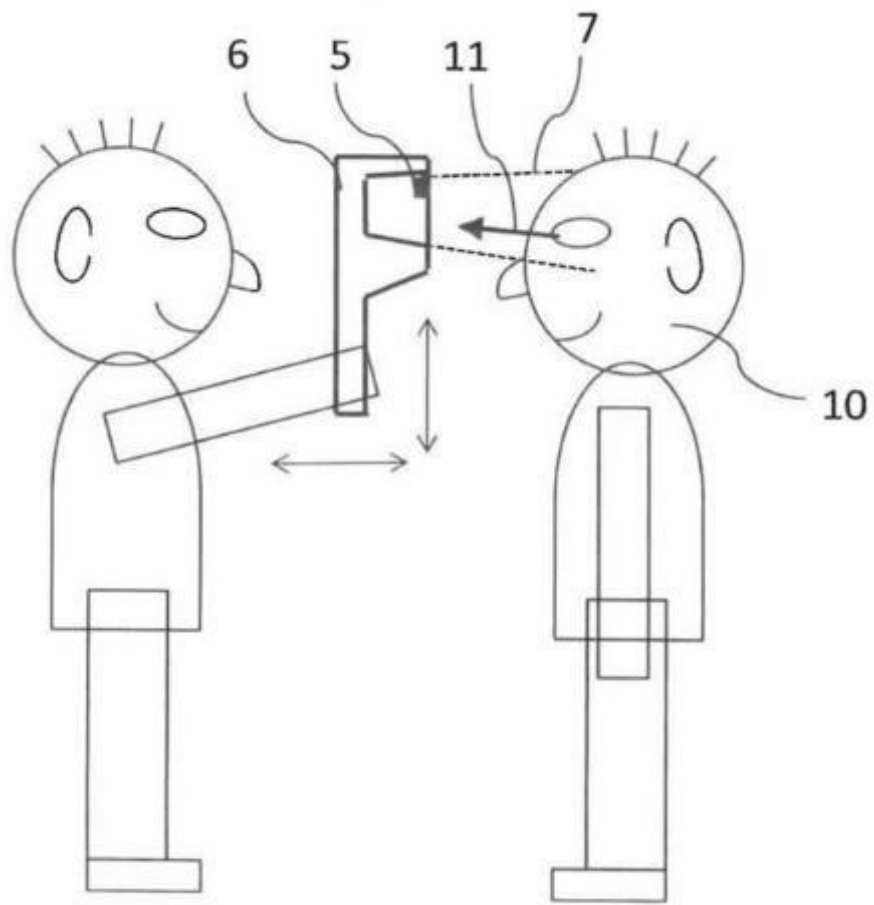
Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11



Obr. 12