

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2004-137**
(22) Přihlášeno: **27.01.2004**
(40) Zveřejněno: **14.09.2005**
(Věstník č. 9/2005)
(47) Uděleno: **05.11.2009**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **16.12.2009**
(Věstník č. 50/2009)

(11) Číslo dokumentu:

301 240

(13) Druh dokumentu: **B6**

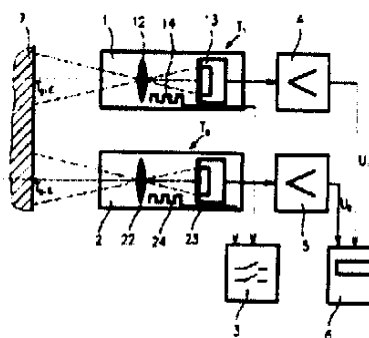
(51) Int. Cl.:
G01K 11/12 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:
CN 1419112 C; DE 19534440 A1.

- (73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ
- (72) Původce:
Hes Luboš Prof. Ing. DrSc., Liberec, CZ
Doležal Ivan Doc. Ing. CSc., Jablonec nad Nisou, CZ
Richter Aleš Doc. Ing. CSc., Liberec, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová a známk.kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Cejl 38, Brno, 60200

(54) Název vynálezu:
**Způsob bezkontaktního měření povrchové
teploty a/nebo emisivity objektů a zařízení k
provádění způsobu**

- (57) Anotace:
Způsob bezkontaktního měření povrchové teploty (T_0) a/nebo emisivity (ϵ) objektů na principu snímání infračerveného záření vystupujícího z měřeného objektu (7) pomocí alespoň dvou detektorů (13, 23) infračerveného záření, které jsou udržovány na rozdílných středních teplotách (T_1 , T_2), přičemž každý z detektorů (13, 23) infračerveného záření je součástí samostatné optické cesty, jejíž všechny části se přiváděním nebo odváděním tepla udržují na teplotě shodné se střední teplotou (T_1 , T_2) příslušného detektoru (13, 23), jemuž jsou přičleny, čímž se získají odlišné a na sobě nezávislé výstupní signály těchto detektorů (13, 23) pro stanovení povrchové teploty (T_0) a/nebo emisivity (ϵ) měřeného objektu (7). Přitom je výhodné, když rozdíl teplot (T_1 , T_2) činí alespoň 30 °C. Zařízení k provádění tohoto způsobu obsahuje alespoň dva detektory (13, 23) infračerveného záření, jejichž výstupy jsou přes prostředky (4, 5) pro úpravu signálu propojeny se vstupem vyhodnocovacího zařízení (6), přičemž každý detektor (13, 23) je uložen v samostatném tělese (1, 2) společně alespoň jedním optickým prostředkem (12, 22) a topným nebo chladicím prostředkem (14, 24), který je spřažen s regulátorem (3) teploty.



CZ 301240 B6

Způsob bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů a zařízení k provádění způsobu

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů na principu snímání infračerveného záření vystupujícího z měřeného objektu pomocí alespoň dvou detektorů infračerveného záření, které jsou udržovány na rozdílných středních teplotách.

10

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu obsahuje alespoň dva detektory infračerveného záření, jejichž výstupy jsou přes prostředky pro úpravu signálu propojeny se vstupem vyhodnocovacího zařízení.

15

Dosavadní stav techniky

Měření teploty pohybujících se předmětů vyžaduje obvykle použití bezkontaktních měřicích přístrojů. Jedná se zvláště o měření v papírenské a textilní výrobě, bez kterého by nebylo možno výrobní postupy z hlediska jejich řízení realizovat.

20

Jako bezkontaktní měřicí přístroje se nejčastěji používají radiační teploměry neboli pyrometry, jejichž předností je především možnost umístit je v konstrukčně dostatečné vzdálenosti od měřeného objektu.

25

Teploty naměřené radiačními teploměry, založenými na snímání infračerveného záření vystupujícího z objektu, jsou bohužel silně závislé na emisních vlastnostech, to znamená na vyzařovací schopnosti nebo také stupni černosti měřeného objektu.

30

Tento problém částečně řeší použití vícepásmových pyrometrů, které rozdělují záření měřeného objektu optickými filtry na pásma s rozdílnou vlnovou délkou, přičemž soubor signálů těchto pásem je snímán souborem detektorů a soubor nezávislých signálů těchto detektorů umožňuje vyloučit vlivy emisivity měřeného objektu.

35

Emisivitu měřeného objektu lze zjišťovat pomocí laseru porovnáváním vysílaného záření se zářením odražených od měřeného předmětu.

Praktickému využití těchto způsobů měření však brání jejich vysoká cena.

40

Ve spisu CZ 281821 je uveden způsob bezkontaktního měření povrchové teploty objektů na principu snímání infračerveného záření vystupujícího z měřeného objektu pomocí nejméně dvou detektorů infračerveného záření, které se udržují na rozdílných středních teplotách, čímž se získají odlišné a nezávislé výstupní signály těchto detektorů pro stanovení povrchové teploty a/nebo emisivity měřeného objektu. Praktické používání pyrometrů tohoto typu však ukázalo, že měření teplot tímto způsobem má jistá omezení z hlediska dosažitelné přesnosti, neboť je ovlivňováno mimo jiné přenosem infračerveného záření mezi detektory infračerveného záření a elementy souvisejících optických systémů.

45

Cílem vynálezu je odstranit nebo alespoň zmírnit nedostatky současného stavu techniky.

50

Podstata vynálezu

Nedostatky stávajících způsobů bezkontaktního měření povrchových teplot objektů na principu snímání infračerveného záření pomocí alespoň dvou detektorů infračerveného záření, které jsou

55

- udržovány na rozdílných středních teplotách, odstraňuje způsob měření podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že každý z detektorů infračerveného záření je součástí samostatné optické cesty (systému), jejíž všechny části se přiváděním nebo odváděním tepla udržují na teplotě shodné se střední teplotou příslušného detektoru, jemuž jsou přiřazeny, čímž se získají odlišné a na sobě nezávislé výstupní signály těchto detektorů pro stanovení povrchové teploty a/nebo emisivity měřeného objektu.

Přitom je výhodné, je-li rozdíl středních teplot alespoň 30 °C.

- Podstata zařízení k provádění způsobu měření, které obsahuje alespoň dva detektory infračerveného záření, jejichž výstupy jsou přes prostředky pro úpravu signálu propojeny se vstupem vyhodnocovacího zařízení, spočívá v tom, že každý detektor je uložen v samostatném tělese společně alespoň s jedním optickým prostředkem a topným nebo chladicím prostředkem, který je spřažen s regulátorem teploty.

- Velmi přesných výsledků měření se tímto způsobem a zařízením dosahuje vzhledem k tomu, že nedochází ke zkreslování měření v důsledku parazitních signálů, které by přijímal detektor vlivem sdílení tepla v případě rozdílných teplot mezi ním, čočkou a ostatními částmi optické cesty.

Přehled obrázku na výkrese

Příklad provedení zařízení k provádění způsobu bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů podle vynálezu je schématicky znázorněn na výkrese.

Příklady provedení vynálezu

- Způsob bezkontaktního měření povrchové teploty T_0 nebo emisivity ε objektů podle vynálezu se provádí na zařízení, které obsahuje alespoň dva detektory 13, 23 infračerveného záření, přičemž každý z detektorů 13, 23 je uložen v samostatném tělese 1, 2. V každém tělese 1, 2 je uložen alespoň jeden optický prostředek 12, 22, který je ve znázorněném provedení tvořen čočkou, a topné nebo chladicí prostředky 14, 24 spřažené s regulátorem 3 teploty, umístěným ve znázorněném provedení mimo tělesa 1, 2. Zařízení dále obsahuje prostředky 4, 5 pro úpravu signálu detektorů 13, 23 a vyhodnocovací zařízení 6. Prostředky 4, 5 pro úpravu signálu detektorů 13, 23 a vyhodnocovací zařízení 6. Prostředky 4, 5 pro úpravu signálu jsou ve znázorněném provedení tvořeny zesilovači. Optické prostředky 12, 22 mohou být tvořeny vhodnými známými optickými členy, odpovídajícími požadavkům soustředování infračerveného záření vyzařovaného měřeným objektem na citlivou část příslušného detektoru 13, 23. Vnitřní prostor tělesa 1 nebo 2 tvoří spolu s prostředky, které jsou v něm umístěny před příslušným detektorem 13 nebo 23 optickou cestu, která je pro každý z detektorů 13, 23 samostatná.

- Vnitřní prostory těles 1, 2 se prostřednictvím topných nebo chladicích prostředků 14, 24 udržují na rozdílných teplotách T_1 , T_2 , přičemž všechny části umístěné v jednom tělese mají stejnou teplotu shodnou se střední teplotou příslušného detektoru 13, 23 a mezi částmi jednoho tělesa 1 nebo 2, které tvoří samostatnou optickou cestu, nedochází k nežádoucímu sdílení tepla a ovlivňování detektorů 13, 23 parazitním signálem v průběhu měření teploty T_0 objektu 7. Tento předpoklad je nutnou podmínkou, za které s dostatečnou přesností platí Stefan-Boltzmannův vztah o závislosti hodnoty signálu infračerveného záření detektoru na rozdílu čtvrtých mocnin absolutních teplot objektu a detektoru. Nutno ovšem dodat, že optická propustnost použitých čoček nemusí být stejná pro všechny vlnové délky infračerveného záření. Použití čoček nebo zrcadel s propustností omezenou na jisté vlnové délky vede ke změně mocniny ve Stefan-Boltzmannově vztahu pro výpočet energie přenášeného záření.

Infračervené záření vysílané měřeným objektem 7 vstupuje do těles 1, 2, v nichž je optickými prostředky 12, 22 soustředěno na detektory 13, 23 infračerveného záření. Výstupy detektorů 13, 23 jsou připojeny k prostředkům 4, 5 pro úpravu signálu, které mohou mít i jiné funkce. Na výstupech prostředků 4, 5, které jsou ve znázorněném provedení tvořeny lineárními zesilovači, jsou potom k dispozici zesílené signály U_1 , U_2 detektorů 13, 23 infračerveného záření.

Protože detektory 13, 23 jsou umístěny v prostorách těles 1, 2 a jsou tedy udržovány topnými nebo chladicími prostředky 14, 24 na různých teplotách T_1 , T_2 , prostředky 4, 5 pro úpravu signálů dostávají dva odlišné a nezávislé signály, které jsou přiváděny do vyhodnocovacího zařízení 6. Přitom na teplotě T_1 jsou udržovány všechny části optické cesty přiřazené detektoru 13 a na teplotě T_2 jsou udržovány všechny části optické cesty přiřazené detektoru 23. Pro dosažení vyšší stabilizace výsledků měření je výhodné, je-li na příslušné teplotě T_1 , T_2 udržována také alespoň vnitřní část stěny tělesa 1, 2 nebo celá tělesa. V důsledku toho nejsou detektory 13, 23 ovlivňovány sdílením tepla mezi ostatními částmi jim přiřazené optické cesty a zesílené signály U_1 a U_2 nejsou zkresleny okolím detektorů 13, 23. Ve vyhodnocovacím zařízení 6 jsou oba zesílené signály U_1 , U_2 , lišící se například amplitudou, dosazeny do konečného vztahu pro stanovení teplot objektů, který udává výslednou teplotu T_0 objektu 7 nezávislou na emisivitě ε objektu 7 a absorpci infračerveného záření v atmosféře mezi objektem 7 a tělesy 1, 2 pyrometru.

Způsob bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů se tedy provádí tak, že střední teplota T_1 prvního detektoru 13 infračerveného záření a všech částí jemu přiřazené optické cesty se pomocí topného nebo chladicího prostředku 14 a regulátoru 3 udržuje na jiné úrovni, než střední teplota T_2 druhého detektoru 23 infračerveného záření a všech částí jemu přiřazené optické cesty, která je udržována prostřednictvím topného nebo chladicího prostředku 24 a regulátoru 3. U jiného příkladu provedení mohou být použity pro detektory 13, 23 samostatně dva regulátory teploty, nebo mohou být jiným známým způsobem upraveny topné nebo chladicí prostředky 14, 24 pro udržování teploty vnitřních prostorů těles 1, 2.

V důsledku odlišnosti teplot T_1 , T_2 vzniknou na detektorech 13, 23 dva dostatečně odlišné a na sobě nezávislé výstupní signály, které se na prostředcích 4, 5 zesílí na signály U_1 , U_2 . To umožňuje určit teplotu T_0 i emisivitu ε objektu 7, přičemž je vyloučen vliv emisivity, absorpce infračerveného záření z objektu 7 a vzájemného sdílení tepla mezi součástmi příslušné optické cesty na vztah pro výpočet teploty T_0 měřeného objektu 7.

Základem metody je skutečnost, že signál každého detektoru infračerveného záření je úměrný rozdílu čtvrtých mocnin absolutní teploty T_0 objektu 7 a absolutních teplot T_1 , T_2 detektorů 13, 23 dle Stefan-Boltzmannova vztahu (jak již bylo uvedeno, skutečné podmínky někdy mění stupeň mocniny).

Pro zesílený signál U_1 za prostředkem 4 pro úpravu signálu prvního detektoru 13 o teplotě T_1 tedy platí:

$$U_1 = C (T_0^4 - T_1^4) \quad (1),$$

kde konstanta C zahrnuje emisní schopnost měřeného objektu 7, absorpční schopnost detektoru 13, vliv vzájemného geometrického uspořádání objektu 7 a pyrometru, vliv absorpce záření mezi objektem 7 a pyrometrem a elektrické zesílení přístroje.

Pro stejný rozsah vlnových délek přijímaného záření platí i rovnice pro zesílený signál U_2 za prostředkem 5 pro úpravu signálu druhého detektoru 23 o teplotě T_2 :

$$U_2 = C (T_0^4 - T_2^4) \quad (2),$$

která se od rovnice (1) liší jen jinou teplotou T_2 druhého detektoru 23.

Z řešení obou rovnic vyplyne:

$$T_0 = \sqrt[4]{T_1 + U_1 \frac{T_2^4 - T_1^4}{U_1 - U_2}} \quad (3)$$

- 5 V této výsledné rovnici již chybí závislost měřené teploty T_0 na jakémkoliv parametru, který by neznámým nebo nekontrolovatelným způsobem ovlivňoval výsledek měření.

10 Z technických a konstrukčních důvodů je výhodné, aby se teploty T_1 , T_2 obou detektorů 13, 23 lišily co nejméně. Tím však vzrůstá vliv nepřesnosti měření těchto teplot a šumu na přesnost určení výsledné teploty T_0 .

- 15 Dosadíme-li do rovnice (3) všechny krajní hodnoty příslušných teplot a jim odpovídající výstupní signály, pak při znalosti přibližné hodnoty konstanty C (stanovené teoreticky) snadno stanovíme maximální teplotní rozdíl ($T_1 - T_2$) potřebný pro dosažení požadované přesnosti měření. Pro střední teplotní oblast do 250 °C, které odpovídá technologiím zpracování textilu, papíru a plastů, se doporučuje teplotní rozdíl nejméně 30 °C.

20 Hledanou teplotu T_0 objektu 7 může s výhodou počítat v zásadě podle vztahu (3) mikropočítač zabudovaný v pyrometru. Vztah (3) může být na základě konkrétní kalibrační křivky modifikován.

- 25 Výhodou bezkontaktního měření způsobem podle vynálezu je možnost přesného měření v případech, kdy se emisivita ε objektů při jejich tepelném zpracování mění, nebo je obtížně měřitelná, například u pohybujících se objektů. Způsob bezkontaktního měření podle vynálezu je s výhodou použitelný v průmyslu textilním, papírenském, plastikářském, při tepelném zpracování kovů a podobně. Metoda je výhodná i pro samostatné měření emisivity ε objektů ve výše uvedených případech.

30

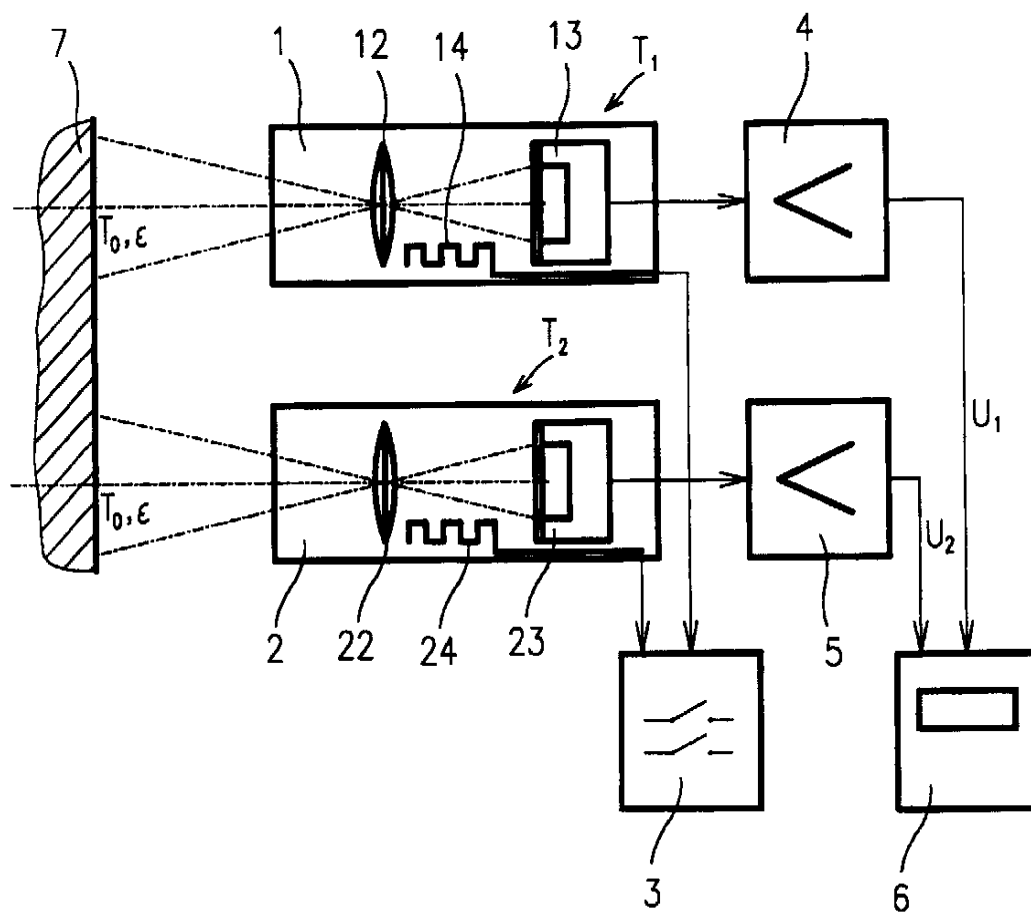
PATENTOVÉ NÁROKY

- 35 1. Způsob bezkontaktního měření povrchové teploty a/nebo emisivity objektů na principu snímání infračerveného záření vystupujícího z měřeného objektu pomocí alespoň dvou detektorů infračerveného záření, které jsou udržovány na rozdílných středních teplotách, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý z detektorů (13, 23) infračerveného záření je součástí samostatné optické cesty, jejíž všechny části se přiváděním nebo odváděním tepla udržují na teplotě shodné se střední teplotou (T_1 , T_2) příslušného detektoru (13, 23), jemuž jsou přiřazeny, čímž se získají odlišné a na sobě nezávislé výstupní signály těchto detektorů (13, 23) pro stanovení povrchové teploty (T_0) a/nebo emisivity (ε) měřeného objektu.
- 40 2. Způsob bezkontaktního měření podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že rozdíl teplot (T_1 , T_2) různých optických cest přiřazených detektorům (13, 23) infračerveného záření činí alespoň 30 °C.
- 45

3. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 1 nebo 2, obsahující alespoň dva detektory infračerveného záření, jejichž výstupy jsou přes prostředky pro úpravu signálu propojeny se vstupem vyhodnocovacího zařízení, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že každý detektor (13, 23) je uložen
5 v samostatném tělese (1, 2) společně alespoň s jedním optickým prostředkem (12, 22) a topným nebo chladicím prostředkem (14, 24), který je spřažen s regulátorem (3) teploty.

10

1 výkres



Konec dokumentu