

(19)



(10) **LT 3931 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **3931**

(51) Int. Cl.⁵: **G01N 21/23**

(21) Paraiškos numeris: **IP1997**

(22) Paraiškos padavimo data: **1994 07 12**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1996 01 25**

(45) Patent paskelbimo data: **1996 05 27**

(72) Išradėjas:

**Algirdas Audzijonis, LT
Lina Audzijonienė, LT
Donatas Balnionis, LT
Antanas Stasiukynas, LT
Raimundas Žaltauskas, LT
Leonardas Žigas, LT
Ilja Levitas, LT**

(73) Patent savininkas:

Algirdas Audzijonis, Architektų g. 182-8, 2049 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Dinaminės temperatūros matavimo įrenginys

(57) Referatas:

Išradimas priklauso temperatūros matavimo įrenginių sričiai. Jis gali būti panaudotas sistemų valdymui optiškai per atstumą, panaudojant šviesos spindulį, kurio charakteristikos proporcingos temperatūros pokyčiui. Įrenginys leidžia išplėsti dinaminį diapazoną, padidinti funkcines galimybes ir matavimo tikslumą.

Jis susideda iš nuosekliai įjungto monochromatinės šviesos šaltinio, poliarizatoriaus, termiškai jautraus dvejojo lūžio kristalo, ketvirčio bangos plokštelės, analizatoriaus, dviejų fotoimtuvų, dviejų dviperiodinių lygintuvų, mažiausio signalo selektoriaus, mikroprocesoriaus.

Išradimas priklauso temperatūros matavimo įrenginių sričiai ir gali būti panaudotas valdymui sistemų, kurios valdomos optiškai per atstumą, panaudojant šviesos spindulį, kurio charakteristikos priklauso nuo temperatūros.

Šiuo metu žinomas temperatūros matavimo įrenginys, kurį sudaro nuosekliai sujungtas šviesos šaltinis, du sukryžiuoti poliarizatoriai, tarp kurių patalpintas anizotropinis kristalas, ekranas su plyšiu ir fotoimtuvas (buv. TSRS a. l. Nr. 807079, G01K 11/12).

Trūkumas tas, kad reikalingas šviesos šaltinis, kurio gamybos technologija sudėtinga, o kristalo kokybei ir paruošimui statomi labai aukšti reikalavimai. Be to, šis įrenginys netinka dinaminiam režimui, nepatogus eksploatuoti ir automatizuoti.

Taip pat žinomas temperatūros matavimo įrenginys, turintis jautrų temperatūrai elementą, kurį sudaro keletas kietai sujungtų su skirtingais temperatūriniais plėtimosi koeficientais detalių, ir pjezooptinį keitiklį, kuris temperatūrinius įtempimus verčia elektriniais signalais (buv. TSRS a. l. Nr. 566150, G01K 5/62).

Ši sistema sudėtinga ir turi mažą temperatūros matavimo tikslumą, nes sumuojasi mechaninės ir pjezooptinių sistemų paklaidos.

Artimiausias siūlomam išradimui pagal veikimo principą yra temperatūros matavimo įrenginys, kurį sudaro nuosekliai optiškai sujungti monochromatinės šviesos šaltinis, du sukryžiuoti poliarizatoriai (poliarizatorius ir analizatorius), tarp kurių patalpintas dvejopo lūžio jautrus temperatūrai kristalas, fazių skirtumo kompensatorius, siaurajuostis filtras, matavimo prietaisas (buv. TSRS a. l. Nr. 821960, G01K 11/12).

Šio įrenginio trūkumas - siauras temperatūrinis dinaminis diapazonas ir mažas matavimo tikslumas. Tai gaunasi dėl to, kad išėjimo signalas, kurį registruoja matavimo prietaisas, yra sinusinė temperatūros pokyčio periodinė funkcija. Temperatūros pokytis nustatomas pagal kompensatoriaus pasukimo kampą, prie kurio dingsta išėjimo signalas. Dėl tos priežasties temperatūros pokyčio matavimo tikslumas taip pat yra sinusinė periodinė

funkcija, kurios argumentas yra kompensatoriaus pasukimo kampas. Tyrimais įvertinta, kad prototipo temperatūros pokyčio matavimo vidutinis tikslumas 10^{-2} T, kur T - temperatūros pokytis, reikalaujantis kompensatoriaus pasukimo 360° kampu.

Kadangi temperatūros pokytis nustatomas operatoriui sukant kompensatorių ir sekant signalo matavimo prietaiso parodymus, tai įrenginys tampa nepatogus eksploatuoti, automatizuoti, o matavimo tikslumas dar priklauso ir nuo operatoriaus asmeninių savybių. Siūlomo išradimo tikslas dinaminio diapazono praplėtimas ir matavimo tikslumo padidinimas.

Tikslas pasiekiamas tuo, kad į dinaminį temperatūros matavimo įrenginį, susidedantį iš nuosekliai optiškai sujungtų monochromatinės šviesos šaltinio, poliarizatoriaus, dvejojo lūžio jautraus temperatūrai kristalo, analizatoriaus ir fotoimtuvo, papildomai įjungta ketvirčio bangos ilgio plokštelė, antras fotoimtuvas, du dviperiodiniai lygintuvai, mažiausio signalo selektorius ir mikroprocesorius. Ketvirčio bangos plokštelė patalpinta tarp analizatoriaus ir dvejojo lūžio jautraus temperatūrai kristalo. Antras fotoimtuvas pastatytas iš analizatoriaus išeinančio spindulio kelyje. Dviejų dviperiodinių lygintuvų įėjimai prijungti prie pirmo ir antro fotoimtuvų išėjimų, o išėjimai-prie įėjimo mažiausio signalo selektoriaus, prijungto prie mikroprocesoriaus.

Įjungus papildomus elementus į įrenginį selektoriaus išėjime gauname elektrinius signalus, kurių skaičius proporcingas matuojamo kristalo temperatūros pokyčiui. Tas leidžia pasiekti didelį tikslumą ir platų dinaminį diapazoną, nes temperatūros intervalą tarp dviejų impulsų galima parinkti norimo dydžio labai plačiame temperatūrų intervale (80-800 K).

Išradimą iliustruoja brėžiniai, kur: Fig. 1 pavaizduota dinaminio temperatūros matavimo įrenginio struktūrinė schema; Fig. 2 - išėjimo įtampos signalų priklausomybė nuo temperatūros, kur kreivės a ir b vaizduoja fotoimtuvų išėjimų signalų atitinkamai U_1 ir U_2 temperatūrinės priklausomybes, kreivės c ir d - dviperiodinių lygintuvų išėjimų signalų temperatūrinės priklausomybes, kreivė e - selektoriaus išėjimo signalo temperatūrinę priklausomybę; Fig. 3 - mikroprocesoriaus apskaičiuota ir nubrėžta matavimo temperatūros priklausomybė nuo laiko.

Dinaminį temperatūros matavimo įrenginį sudaro optiškai nuosekliai

sujungti monochromatinės šviesos šaltinis 1, poliarizatorius 2, dvejojo lūžio jautraus temperatūrai kristalas 3, ketvirčio bangos plokštelė 4, analizatorius 5 ir pirmasis fotoimtuvas 6, antras fotoimtuvas 7, du dviperiodiniai lygintuvai 8,9, mažiausio signalo selektorius 10 ir mikroprocesorius 11. Ketvirčio bangos plokštelė 4 patalpinta tarp analizatoriaus 5 ir dvejojo lūžio jautraus temperatūrai kristalo 3, antras fotoimtuvas 7 patalpintas iš analizatoriaus 5 išeinančio spindulio kelyje, dviejų dviperiodinių lygintuvų 8 ir 9 įėjimai atitinkamai prijungti prie pirmo 6 ir antro 7 fotoimtuvų išėjimų, o išėjimai - prie mažiausio signalo selektoriaus 10, prijungto prie mikroprocesoriaus 11.

Šaltinio 1 monochromatinė šviesa praeina per poliarizatorių 2 ir tiesiškai poliarizuota patenka į dvejojo lūžio jautraus temperatūrai kristalą 3 (pvz. pagamintą iš anizotropinio stibio sulfido monokristalo). Poliarizuotos šviesos elektrinis vektorius $\vec{E}$ su x ir y koordinačių ašimis sudaro 45° kampą. Anizotropinio dvejojo lūžio jautraus temperatūrai kristalo elektrinis vektorius $\vec{E}$ suskyla į du spindulius, kurių vektoriai $\vec{E}_x$ ir $\vec{E}_y$. Šie du spinduliai sklinda skirtingais greičiais v_x ir v_y . Todėl šių spindulių lūžių rodikliai atitinkamai yra n_x ir n_y . Šių lūžio rodiklių skirtumas yra $\Delta n = n_y - n_x$ ir vadinamas dvejoju lūžiu.

Anizotropiniame dvejojo lūžio jautraus temperatūrai kristalo du elektrinius vektorius $\vec{E}_x$ ir $\vec{E}_y$ turi dvi koherentinės bangos, tarp kurių fazių skirtumas $\Delta\varphi$:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d \Delta n}{\lambda}, \quad (1)$$

kur d - kristalo 3 storis, Δn - dvejojas lūžis, λ - krintančios į kristalą 3 monochromatinės šviesos bangos ilgis.

Šviesos spindulys, susidedantis iš komponentių $\vec{E}_x$ ir $\vec{E}_y$, pereina per analizatorių 5 ir patenka į fotoimtuvą 7, kurio išėjime sukuriamas įtampos signalas U_1 , kur

$$U_1 = U_0 \cos \Delta\varphi \quad (2)$$

U_0 - maksimali U_1 vertė

O šviesos spindulys, susidedantis iš dviejų komponentių $\vec{E}_x$ ir $\vec{E}_y$, praeina pro ketvirčio bangos plokštelę 4 ir analizatorių 5 ir patenka į fotoimtuvą 6, kurio išėjime sukuriamas signalas U_2 , kur

$$U_2 = U_0 \cos(\Delta\varphi + \pi/2) \quad (3)$$

U_0 - maksimali U_2 vertė

$\pi/2$ fazinį kampą sukuria ketvirčio bangos plokštelė. (2) ir (3) lygtimi aprašyti signalai gaunami sukompensavus nuolatinės srovės komponentes fotoimtuvuose 6 ir 7.

Kintant aplinkos, kurioje patalpintas dvejopo lūžio jautraus temperatūrai kristalas 3 temperatūrai, kinta dvejopas lūžis Δn .

$$\Delta n = C_n \Delta T, \text{ kur}$$

C_n - proporcingumo koeficientas

ΔT - temperatūros pokytis

$$\text{ir } \Delta\varphi = C \Delta T, \text{ kur}$$

C - proporcingumo koeficientas

$$C = \frac{2\pi d C_n}{\lambda} \quad (4)$$

C ir C_n gali priklausyti arba nepriklausyti nuo temperatūros. Eksperimentiškai nustatyta, kad pvz. Sb_2S_3 kristalo C yra konstanta plačiame temperatūrų intervale (80-800 K).

(4) įstačius į (1) ir (2) gauname:

$$U_1 = U_0 \cos(C \Delta T) \quad (5)$$

$$U_2 = U_0 \sin(C \Delta T) \quad (6)$$

(5) ir (6) lygčių aprašomos U_1 ir U_2 temperatūrinės priklausomybės grafikai parodyti Fig. 2 kreivėse a ir b. Abi sinusoidės pastumtos viena kitos atžvilgiu per pusę periodo. Signalai U_1 ir U_2 patenka į dviperiodinius lygintuvus 8,9, kur jie pasikeičia į signalus, parodytus Fig. 2 kreivėse b ir c. Abiejų dvipusių lygintuvų 8,9 išėjimai sujungti su mažiausio signalo selekatoriaus 10 dviem įėjimais. Todėl mažiausio signalo selekatoriaus 10 išėjime susikuria signalas - mažiausias iš dviejų lygintuvų 8 ir 9 išėjimo signalų. Selektoriaus 10 išėjimo signalas yra trikampio formos ir turi keturis kartus mažesnę periodą palyginus su įėjimo signalu (Fig. 2 kreivės e). Dviejų gretimų trikampių signalų sukūrimui reikalingas

$$\Delta\varphi = \pi/2.$$

Trikampio formos signalai patenka į mikroprocesorių 11, kuris registruoja signalų skaičių m ir kiekvieno signalo įėjimo laiką t . Mikroprocesorius 11 apskaičiuoja ΔT panaudojant lygtis

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d \Delta n}{\lambda} \cdot C \Delta T \text{ ir } \Delta\varphi = \frac{\pi}{2} m \quad (7)$$

Į mikroprocesoriaus 11 atmintį įvedama konstanta C , arba temperatūrinė priklausomybė $C(\Delta T)$. C ir $C(\Delta T)$ nustatomos eksperimentiškai arba parenkama iš literatūros.

Sb_2S_3 kristalo atveju Δn yra tiesinė temperatūros funkcija intervale 80-800 K. Kristalo c ašį orientuojant y ašies kryptimi, apšviečiant storio $d=0.2$ mm kristalo 3 plokštelę $\lambda=1 \mu\text{m}$ monochromatine šviesa, gaunama $C=0.2$ rad/K. Esant tokiai C , trikampio formos signalai į mikroprocesorių 11 patenka pakitus temperatūrai $\Delta T=2.5$ K. Mikroprocesorius 11 registruoja impulsų skaičių m ir impulsų padavimo laiką t . Rezultatų (m,t) duomenų bankas, esantis mikroprocesoriuje 11, aproksimuojamas 9-os eilės polinomu, kurio koeficientai lieka mikroprocesoriaus 11 atmintyje. Mikroprocesorius 11 nubrėžia po aproksimacijos gautą polinomo $\Delta T(t)$ kreivę ir atideda eksperimentinius (m,t) taškus (Fig. 3). Žinant polinomo aproksimacijos koeficientus arba turint $\Delta T(t)$ grafiką, galima rasti ΔT bet kuriuo laiko momentu t .

Dinaminis temperatūros matavimo įrenginys matuoja T automatiškai su dideliu dinaminiu diapazonu su norimu tikslumu, kurio dydis priklauso nuo C pasirinkimo. Matavimų tikslumas, palyginus su prototipu, padidintas 10 kartų.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

Dinaminis temperatūros matavimo įrenginys, susidedantis iš nuosekliai optiškai sujungtų monochromatinės šviesos šaltinio, poliarizatoriaus, dvejo po lūžio jautraus temperatūrai kristalo, analizatoriaus ir fotoimtuvo, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad įjungta ketvirčio bangos plokštelė, antras fotoimtuvas, du dviperiodiniai lygintuvai, mažiausio signalo selektorius ir mikroprocesorius, o ketvirčio bangos plokštelė patalpinta tarp analizatoriaus ir dvejo po lūžio jautraus temperatūrai kristalo, antras fotoimtuvas patalpintas iš analizatoriaus išeinančio spindulio kelyje, dviejų dviperiodinių lygintuvų įėjimai prijungti prie pirmo ir antro fotoimtuvų išėjimų, o išėjimai prie įėjimo mažiausio signalo selektoriaus, prijungto prie mikroprocesoriaus.

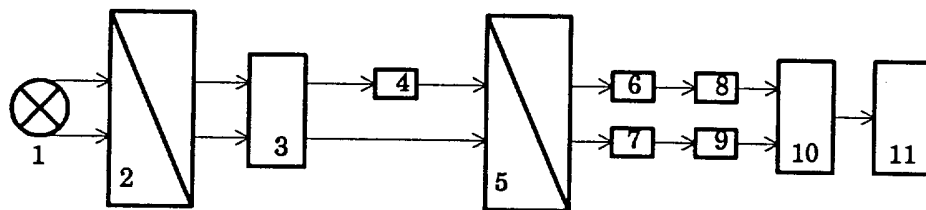


Fig. 1

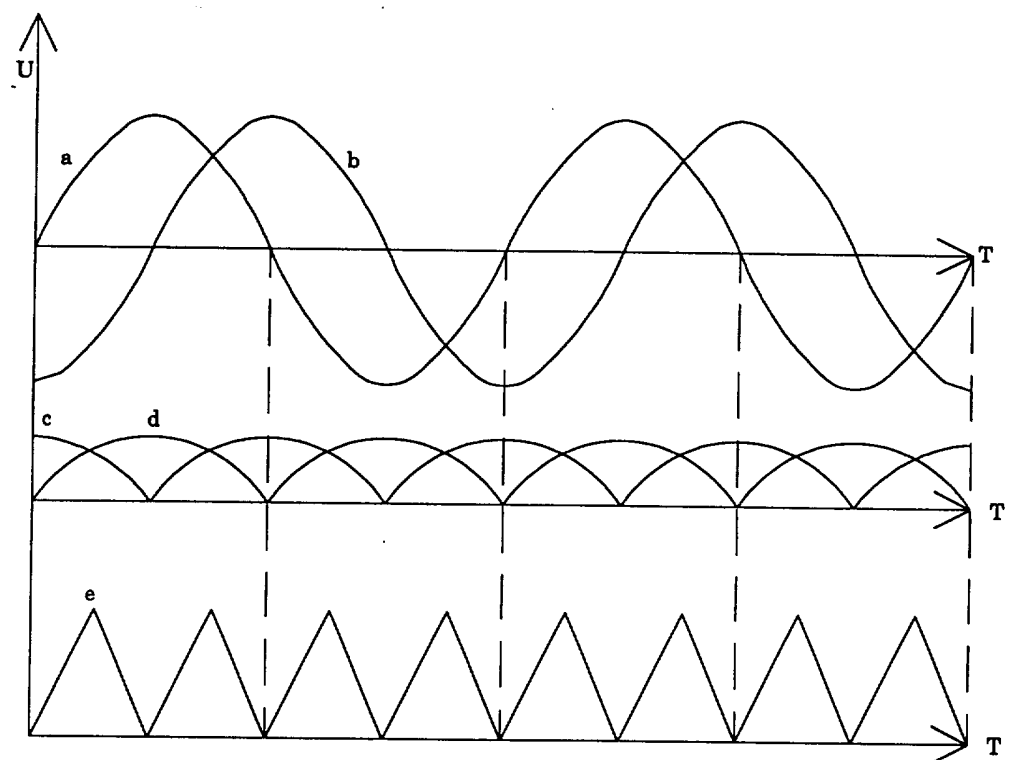


Fig. 2

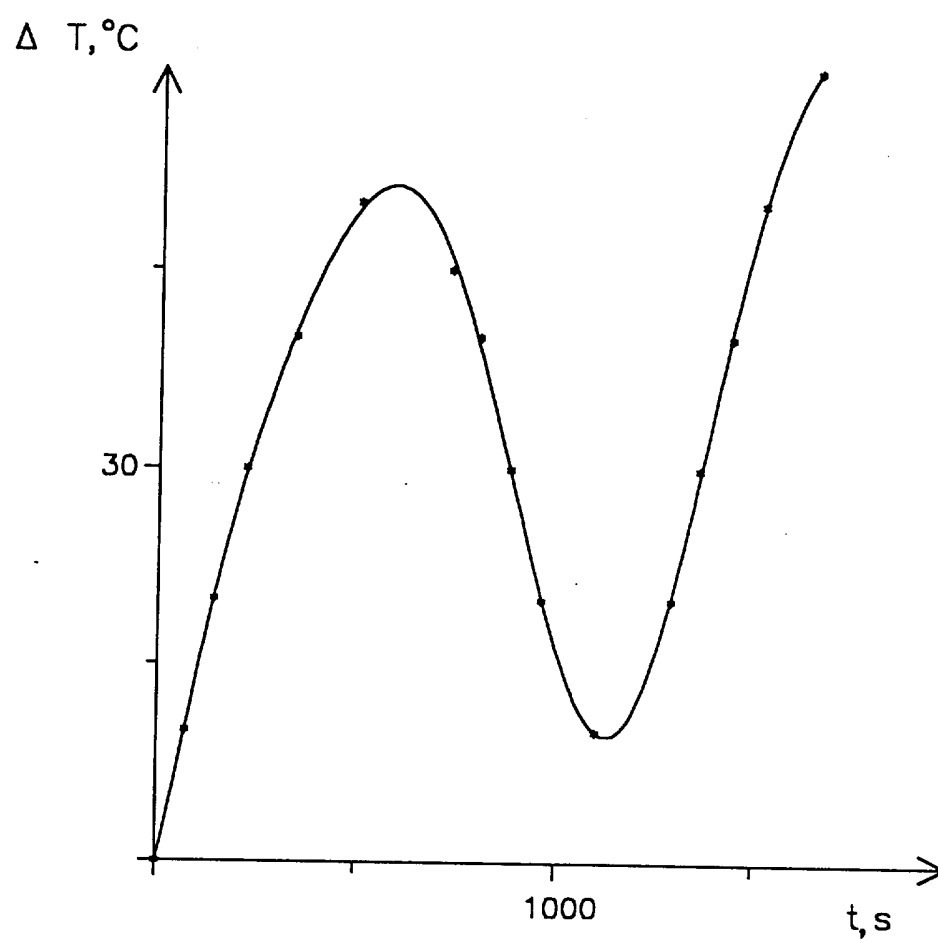


Fig. 3