



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

200 684

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 03 03 78
(21) PV 1360-78

(51) Int. Cl.³ G 01 J 3/34,
// G 01 J 5/44

(40) Zveřejněno 31 01 80
(45) Vydáno 01 02 83

(75)

Autor vynálezu NOVÁK JIŘÍ ing. a
NOVÁK LEOŠ RNDr., PRAHA

(54) Pyroelektrické čidlo

1

Vynález se týká pyroelektrického čidla, určeného zejména pro spektrometrické aplikace v infračerveném oboru.

Problematika detekce infračerveného záření malých výkonů je v současné době řešena buď kvantovými detektory se selektivní detekcí, jejichž podstatnou nevýhodou je, že v oblasti nad $3 \mu\text{m}$ vlnové délky záření je žádoucí jejich čidla přiměřeně chladit, nebo neselektivními detektory tepelnými, jejichž nevýhodou je menší rychlost elektrické odezvy ve srovnání s detektory kvantovými. Nejlepší současný tepelný detektor je Golayova cela, často používaná při nejnáročnějších spektrometrických měřeních. Jejimi specifickými nevýhodami jsou relativně vysoké pořizovací náklady, omezená životnost a pro speciální aplikace poměrně značný příkon.

Uvedené nevýhody nemají, nebo principiálně nemusí mít detektory pyroelektrické, jež při zachování vysoké citlivosti a za pokojové teploty mají rychlejší odezvu o několik řádů. Technologie přípravy čidel pro tyto detektory nebyla však doposud na takové úrovni, aby pyroelektrické detektory byly schopné konkurence.

Základní představa o uspořádání pyroelektrického čidla je tato: vlastní čidlo je tvořeno destičkou z pyroelektrického materiálu s homogenní polarizací, opatřenou elektrodami kolnými na vektor polarizace. Při změně teploty destičky čidla o ΔT vzniká na jejich elektrodách spontánní náboj ΔQ , jehož velikost je dána

$$\underline{\Delta Q} = pA \Delta T,$$

kde p je pyroelektrický koeficient užitého pyroelektrika a A je plocha elektrod.

Proud (zkratovaných) elektrod čidla je

$$I_s = \Delta Q / \Delta t.$$

kde Δt je časový interval, ve kterém se realizuje změna náboje ΔQ . Mimo tento signálový proud I_s čidlo vykazuje šumový proud I_n , který spoluurčuje prahovou hodnotu P_n detekovatelného zářivého výkonu nazývanou NEP (Noise Equivalent Power). Minimalizovat P_n znamená maximalizovat poměr I_s/I_n za podmínky, že dopadající zářivý výkon na vlastní čidlo zůstává konstantní. Znamená to maximalizovat koeficient absorpce čidla, minimalizovat jeho tloušťku i aktivní plochu, tepelnou vodivost mezi čidlem a jeho okolím a zvolit materiál s vhodnými materiálovými konstantami. Z uvedených požadavků je největším problémem zajistit neselektivní a zároveň vysokou absorpci v celém infračerveném oboru a minimalizovat tepelnou výměnu mezi čidlem a okolím, již je úměrná teplotní komponenta šumového proudu I_n daného jako

$$I_n = (i_J^2 + i_{TZ}^2 + i_{TV}^2 + i_{TP}^2)^{1/2}, \text{ kde}$$

i_J je tepelný (Johnsonův) šumový proud

a i_{TZ} , i_{TV} , i_{TP} jsou teplotní šumivé proudy odpovídající výměně tepla mezi čidlem a okolím, a to zářením, vedením, resp. prouděním.

Velikost komponenty i_J je závislá na zmíněných materiálových konstantách, i_{TZ} je komponenta omezující z principu ideální detektor.

V doposud známých uspořádáních pyroelektrických čidel je destička vlastního čidla upevněna buď na nosné podložce nebo přetenci, čímž je určena velikost tepelné výměny mezi čidlem a okolím, mající přímou souvislost s velikostí šumové komponenty i_{TV} ve smyslu předchozího odstavce.

Minimalizovat šumový proud I_n minimalizací komponenty i_{TV} a i_{TP} je vlastním účelem vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že pyroelektrická destička vlastního čidla je upevněna ve volném prostoru hermeticky utěšeného pouzdra pomocí přívodních vodičů tvořících nosný systém pyroelektrické destičky, přičemž tyto přívodní vodiče jsou v úrovni pyroelektrické destičky vůči sobě mimoběžně zkříženy a jejich konce jsou vodivě připojeny k průchozím vodičům. Pouzdro čidla může být hermeticky utěšeno a k vnitřní ploše pouzdra čidla může být připevněno sušidlo v pevném skupenství. Spektrální propustná okénka mohou být tvořena pružnou membránou. Pyroelektrická destička může být vytvořena z fólie pyroelektrického polymeru.

Příklad provedení pyroelektrického čidla podle vynálezu je znázorněn na přiloženém výkrese, kde obr. 1 představuje osový řez pyroelektrickým čidlem a na obr. 2 je pyroelektrické čidlo znázorněno v rovině řezu A-A z obr. 1.

Pyroelektrická destička 1 je opatřena vodivými absorpčními vřetvami 2, 3, z nichž

každá je kapičkou vodivého tmelu 6, 7 elektrovedlivě upevněna k příslušnému vodiči 4, 5. Vodiče 4, 5 jsou vytvořeny tak, že tepelná vodivost každého z nich je menší než $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ YK}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ a jejich průřez je v rozmezí $0,1 \text{ } \mu\text{m}^2$ až $8 \text{ } \mu\text{m}^2$. Vodiče 4, 5 jsou mimoběžně zkříženy a jejich konce jsou přivařeny a mechanicky zafixovány kapičkami vodivého tmelu 101, 102, 103, 104, k jim příslušným průchodícím vodičům 81, 82, 83, 84, průchodek 91, 92, 93, 94 základové destičky 11 pouzdra čidla. Základová destička 11 pouzdra čidla, opatřená spektrálně propustným okénkem 14 hermeticky přitmeleným ve spoji 163, je kryta víčkem 12 hermeticky přitmeleným ve spoji 162. Víčko 12 je opatřeno spektrálně propustným okénkem 13 hermeticky přitmeleným ve spoji 161. Na základové destičce 11 je přitmelena materiál 151, 152, 153, 154 s vlastnostmi sorbce vlhkosti.

Modulované záření ve spektrálním oboru propustnosti okénka 13 dopadající na vodivou absorpční vrstvu 2 vyvolává teplotní modulaci pyroelektrické destičky 1 a tím odpovídající střídavý signál na vodivých absorpčních vrstvách 2, 3, které vykonávají funkci elektrod. Tento signál je průchodícími vodiči 81, 82, 83, 84 přiveden na neznázorněné vyhodnocovací obvody, které mohou být s výhodou umístěny v integrované formě přímo v pouzdru čidla složeného ze základové destičky 11 a víčka 12. V některých aplikačních případech může být výhodné použít více pyroelektrických destiček 1 umístěných v řadě vedle sebe, přičemž jeden nosný vodič je společný všem destičkám a druhý vodič každé destičky je vyveden individuálně.

V případě použití pyroelektrického čidla podle vynálezu jako kalibračního radiometru umístí se k okénku 14 kalibrovaný zdroj záření, jehož záření je modulováno stejnou frekvencí jako záření detekované, ale s opačnou fází.

Pyroelektrické čidlo podle vynálezu je možno použít i pro vysoce náročné použití ve spektrometrii, kde kromě požadavku vysoké prahové citlivosti je i požadavek neselektivnosti odezvy v širokém rozsahu do dalekého infračerveného oboru. Problém spektrálně nezávislé absorpce vlastního čidla bývá řešen absorpcí materiálu vlastního čidla a v případě její nedostatečnosti bývá použita pomocná absorpční vrstva v tepelném kontaktu s vlastním čidlem. Ke spektrometrickým účelům v širokém infračerveném oboru lze použít pouze absorpční vrstvy kovové, jež poskytují i v dalekém infračerveném oboru neselektivní absorpci se zanedbatelnou tepelnou setrvačností. Nanesení optimální tloušťky této vrstvy je individuálně závislé na druhu kovu, nebo slitiny více kovů a je spojeno se značnými optimalizačními technologickými obtížemi. Relativní nevýhodou kovové absorpční vrstvy je její vysoká odrazivost s negativními důsledky na velikost signálového proudu I_g . Tento nedostatek je možno odstranit použitím speciálních černí se zanedbatelnou odrazivostí. Tyto černě však nejsou použitelné v dalekém infračerveném oboru. Dosud není známo uspořádání čidla, které při zachování špičkové hodnoty P_n řádově $10^{-11} \text{ W/Hz}^{1/2}$ je použitelné i v dalekém infračerveném oboru.

Obě výše uvedené vlastnosti naopak má pyroelektrické čidlo v uspořádání podle vynálezu, kde například pyroelektrická destička 1 vyříznutá z krytalu triglycinsulfátu ve směru kolmém na jeho polární osu a vybroušená do tloušťky cca $10 \text{ } \mu\text{m}$ je opatřena vodivými

200 884

absorpčními vrstvami o složení například 80 % Ni a 20 % Cr a o tloušťce cca 10^{-2} μm .

Zatímco dosud známá pyroelektrická čidla jsou vhodná pro detekci záření v blízkém a středním infračerveném oboru, přičemž jejich špičkový, laboratorně dosažený NEP je udáván $P_n = 10^{-11} \text{ W/Hz}^{1/2}$, je takto připravené pyroelektrické čidlo výhodné pro detekci i v dalekém infračerveném oboru, navíc při řádově stejném NEPu. Zároveň splňuje předpoklady snadnější dostupnosti, než by tomu bylo u výrobků zahraničních.

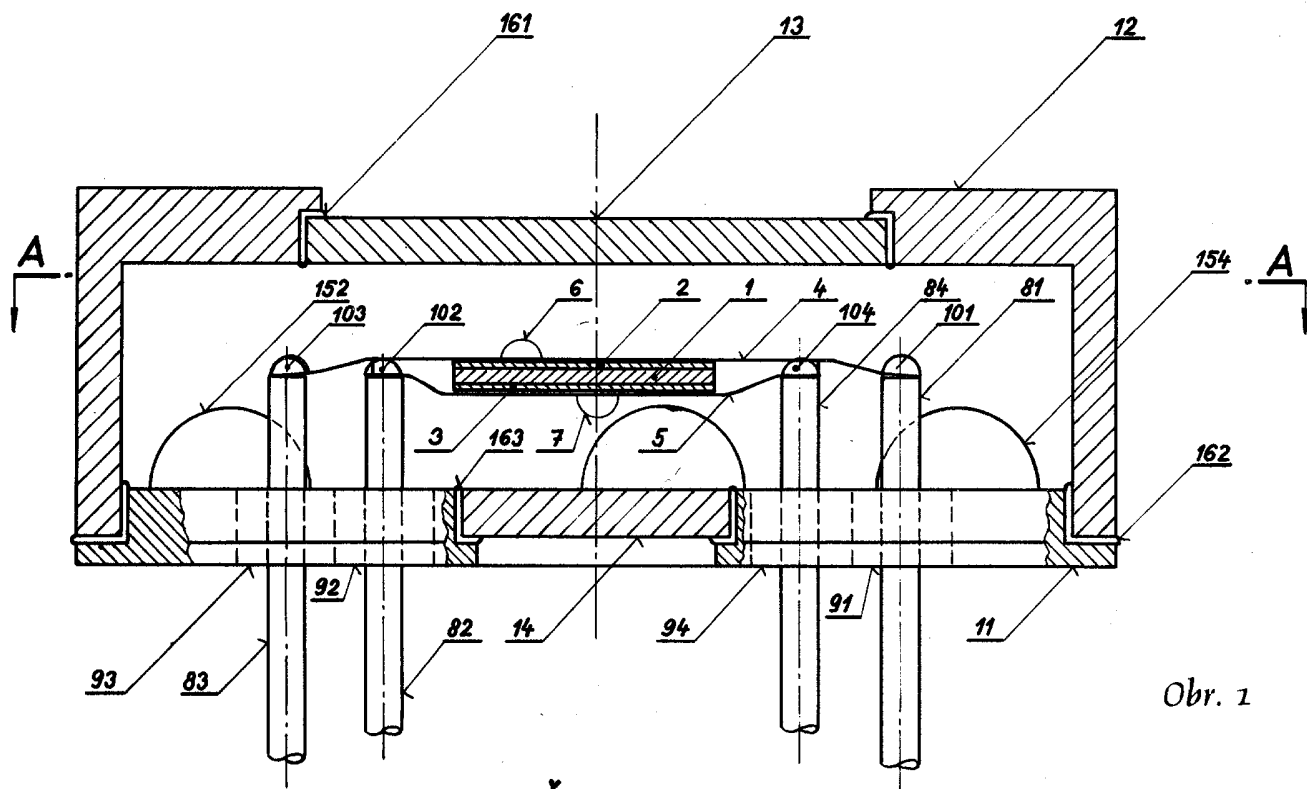
Další možné použití pyroelektrického čidla podle vynálezu je detekce hmotového vlnění prostředí, které je obklopuje, zejména v subakustickém oboru, a to v tom případě, jestliže okénko 13, popřípadě okénko 14, jsou vytvořena z pružné přepážky, např. fólie.

Pyroelektrické čidlo podle vynálezu je možno s výhodou použít v infračervené spektrometrii, zejména v dalekém infračerveném oboru, jako kalibračního radiometru, v infračerveném radaru v součinnosti s laserem např. CO_2 apod.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

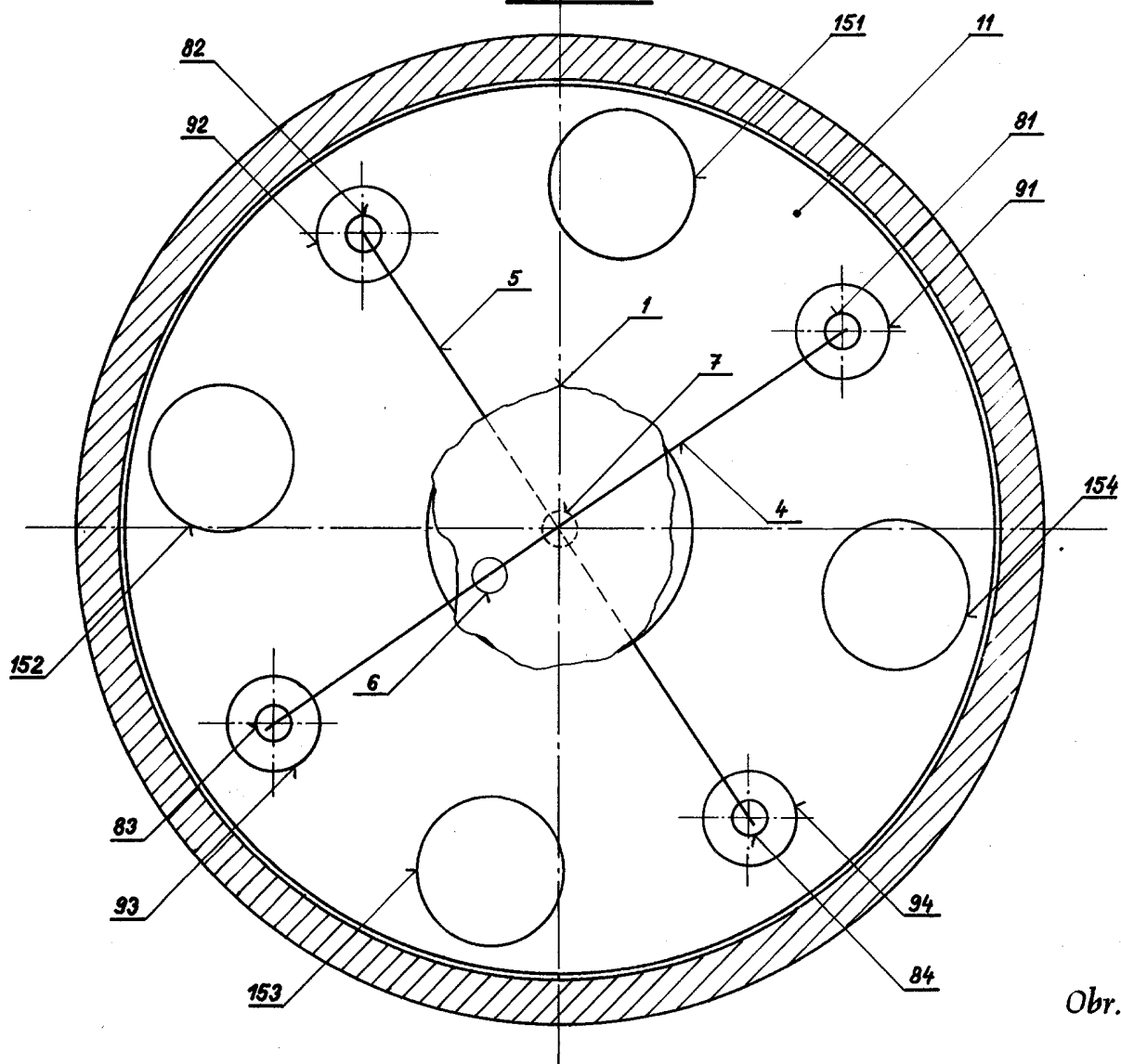
1. Pyroelektrické čidlo obsahující pyroelektrickou destičku opatřenou vodivými absorpčními vrstvami vodivě spojenými s přívodními vodiči a uloženou v pouzdře opatřeném alespoň jedním transparentním okénkem umístěným proti pyroelektrické destičce, vyznačené tím, že pyroelektrická destička /1/ vlastního čidla je upevněna ve volném prostoru pouzdra sestaveného ze základové destičky /11/ a víčka /12/ pomocí přívodních vodičů /4,5/ tvořících nosný systém pyroelektrické destičky /1/, přičemž přívodní vodiče /4,5/ jsou v úrovni pyroelektrické destičky /1/ vůči sobě mimoběžně zkříženy a jejich konce jsou vodivě připojeny k průchozím vodičům /81,82,83,84/.
2. Pyroelektrické čidlo podle bodu 1, vyznačené tím, že pouzdro čidla je hermeticky utěsněno a k vnitřní ploše pouzdra čidla je připevněno sušidlo /6/ v pevném skupenství.
3. Pyroelektrické čidlo podle bodu 1, vyznačené tím, že spektrální propustná okénka /13,14/ jsou tvořena pružnou membránou.
4. Pyroelektrické čidlo podle bodu 1, vyznačené tím, že pyroelektrická destička /1/ je vytvořena z fólie pyroelektrického polymeru.

2 výkresy



Obr. 1

ŘEZ A-A



Obr. 2