



POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

202 208

(11)

(B1)

[51] Int. Cl.³

G 01 J 5/34

(22) Přihlášeno 03 03 78

(21) PV 1359-78

(40) Zveřejněno 30 04 80

(45) Vydáno 30 06 82

[75]

Autor vynálezu

GLANC Antonín, Libochovice a SEDLÁK Jaroslav, Ing., CSc., Praha

[54] Pyroelektrický detektor

1

Vynález se týká pyroelektrického detektoru obsahujícího čidlo z feroelektrického materiálu opatřené nejméně dvěma elektrodami napojenými na vyhodnocovací obvody pyroelektrického signálu.

Pyroelektrické detektory využívají pyroelektrického jevu tak, že pyroelektrický materiál generuje elektrický náboj, který je úměrný teplotní změně vyvolané dopadajícím zářením. Tyto detektory pracují bez nutnosti chlazení jako tepelná čidla s vysokou účinností.

Pro správnou činnost detektoru je nutné, aby pyroelektrická látka, z níž je čidlo detektoru vyrobeno, byla trvale zapolarizována v objemu mezi snímacími elektrodami. Protože zapolarizace krátkodobým přiložením elektrického pole je z hlediska dlouhodobé a teplotní stability nedefinovatelná, zavádí se taková technologie výroby materiálů pro čidla, při které se pomocí chemických přísad dosahuje vnitřního elektrického pole, charakterizujícího zapolarizaci, již během výroby. Vnitřního elektrického pole v některých pyroelektrických materiálech lze dosáhnout i jinými, technologickými postupy.

Tyto úpravy nutné pro činnost detektoru mají obvykle negativní vliv na jeden z nejdůležitějších materiálových parametrů, na velikost tzv. pyroelektrického koeficientu

$$\lambda = \frac{dP}{dT}, \text{ kde } P \text{ je polarizace a } T \text{ je tep-}$$

2

lota. Tak například při dopování pyroelektrického triglycinsulfátu $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH})_3\text{H}_2\text{SO}_4$, zkráceně TGS, L- α -alaninem, klesá úměrně s molárními procenty této příměsné látky, způsobující zapolarizaci, velikost pyroelektrického koeficientu. Současně však klesají dielektrické ztráty, které jsou charakterizovány ztrátovým úhlem $\text{tg } \delta$, což je naopak pro funkci detektoru výhodné. Tyto a další veličiny jsou silně závislé na teplotě a u feroelektrických pyroelektrik dosahují ostrého maxima v tzv. fázovém přechodu, zvaném též Curieův bod daného materiálu. Proto se až dosud, vzhledem k požadované reprodukovatelnosti detektoru, doporučovalo volit takové materiály pro čidla, které mají teplotu fázového přechodu co nejvíce vzdálenou od provozní pokojové teploty. V této teplotní oblasti je hodnota pyroelektrického koeficientu obvykle velmi nízká a v důsledku toho účinnost detektoru malá.

Využít nejvyšší hodnotu pyroelektrického koeficientu v okolí fázového přechodu bylo až dosud neřešitelné vzhledem k tomu, že to předpokládá přesnou teplotní stabilizaci detektoru nezávislou na změnách teploty okolí. Dosavadní pokusy o přesnou stabilizaci teploty klasickými metodami se ukázaly vzhledem k složitosti a robustnosti provedení jako nevhodné a neúčinné.

Mnohé z těchto nevýhod odstraňuje konstrukce pyroelektrického detektoru podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že

alespoň jedna plocha čidla je v teplotním kontaktu s vyhřívacím prostorem opatřeným alespoň další elektrodou a napojeným na zdroj vyhřívacího napětí. Materiál čidla je pyroelektrický s konstantním vnitřním elektrickým polem a materiál vyhřívacího kondenzátoru je ze feroelektrika s klesající závislostí náhradní reálné vodivosti na teplotě. Pyroelektrická osa čidla je krystalograficky buď souběžná s feroelektrickou osou vyhřívacího kondenzátoru nebo je na ni kolmá. Je možno volit též takové uspořádání, že alespoň jedna plocha čidla je v elektrickém kontaktu s vyhřívacím kondenzátorem.

Výhodou předloženého vynálezu je to, že umožňuje jednoduchým a nenákladným způsobem řešit stabilizaci teploty čidla pyroelektrického detektoru infračerveného záření, který eliminuje teplotní závislosti parametrů čidla a optimalizuje jeho pracovní režim tak, aby mohly být využity nejvýhodnější vlastnosti použitého pyroelektrického materiálu v blízkosti fázového přechodu.

Je známo, že některé feroelektrické materiály, například TGS, mohou být vyrobeny jako permanentně jednodoménové vlivem různých chemických příměsí. Těchto výhodných vlastností důležitých pro pyroelektrické detektory může být dosaženo při krystalizačním procesu např. příměsí příbuzného materiálu L- α -alaninu. Rozdíl mezi krystaly čistého TGS a TGS dopovaného L- α -alaninem se projeví na rozdílném tvaru závislosti polarizace P na elektrickém poli. U dopovaných materiálů nastává posun vůči ose polarizace, který se vysvětluje existencí vnitřního elektrického pole v krystalu.

Takto upravené pyroelektrické materiály neztrácejí vnitřní elektrické pole ani nad teplotami fázového přechodu a jejich specifický odpor je vyšší.

Čidlo vyrobené z těchto materiálů umožňuje konstrukci pyroelektrického detektoru podle vynálezu, který má řadu dalších výhodných vlastností. Je to např. vysoká hodnota pyroelektrického proudu, maximální hodnota prahové citlivosti $NEP = \text{noise equivalent power}$, vysoká normalizovaná detektivita. Dosažení a využití těchto vlastností umožňuje konstrukční spojení čidla s dielektricky vyhřívaným kondenzátorem, který udržuje čidlo na nejvýhodnější teplotě v okolí fázového přechodu s vysokou teplotní stabilitou.

Podstata vynálezu bude dále vysvětlena popsáním příkladu konstrukce pyroelektrického detektoru pomocí připojeného výkresu, kde na obr. 1 je axonometrický náčrtek tělesného vytvoření detektoru infračerveného záření podle vynálezu, jehož čidlo tvoří kruhová destička, která je v teplotním kontaktu se čtvercovou destičkou feroelektrického kondenzátoru. Obr. 2 představuje exo-

nometrický náčrtek další z možných kombinací čidla a kondenzátoru pyroelektrického detektoru podle vynálezu, kde feroelektrická osa kondenzátoru je kolmá na feroelektrickou osu čidla. Na obr. 3 je graf nejdůležitější materiálové charakteristiky čidla, tj. teplotní závislost pyroelektrického koeficientu. Obr. 4 znázorňuje graf teplotní závislosti pyroelektrického proudu čidla detektoru podle vynálezu a na obr. 5 je znázorněn graf teplotní závislosti prahového výkonu NEP pyroelektrického detektoru podle vynálezu.

Příklad konstrukčního spojení čidla pyroelektrického detektoru s feroelektrickým kondenzátorem podle vynálezu je na obr. 1, kde je pyroelektrické čidlo 1 opatřené elektrodami 2 a 3 s přívody 14 a 15 pro odvod pyroelektrického signálu, které je v tepelném kontaktu s feroelektrickým kondenzátorem 4, který je opatřen elektrodami 5 a 6 s přívody 16 a 17 pro připojení ke zdroji vyhřívacího napětí. Zářivý výkon W dopadá na elektrodu 2 pyroelektrického čidla 1.

Na obr. 2 je čidlo 7 pyroelektrického detektoru orientováno tak, že jeho feroelektrická osa označená šipkou 22 svírá s feroelektrickou osou označenou šipkou 23 feroelektrického kondenzátoru 10 úhel 90° . Čidlo 7 je opatřeno elektrodami 8 a 9 s přívody 18 a 19, které jsou kolmé na absorpční plochu 24 čidla 7. Čidlo 7 je v teplotním kontaktu s nepokovenou plochou 13 feroelektrického kondenzátoru 10, který je opatřen elektrodami 11 a 12, s přívody 20 a 21 pro připojení ke zdroji vyhřívacího napětí.

Na obr. 3, 4, 5 je v grafech použito označení λ pro pyroelektrický koeficient, i pro pyroelektrický proud, NEP pro prahovou citlivost detektoru, T pro teplotu, T_a pro pokojovou teplotu a T_c pro teplotu fázového přechodu materiálu čidla.

V obou příkladech konstrukce pyroelektrického detektoru infračerveného záření podle vynálezu uvedených na obr. 1 a 2 dopadá zářivý výkon W na snímací elektrody čidla. Geometrický tvar čidla, počet a tvar snímacích elektrod i jejich absorpční vrstvy mohou být rozmanité podle funkčních podmínek.

Vlastnosti pyroelektrického detektoru infračerveného záření podle vynálezu jsou graficky znázorněny na obr. 3, 4 a 5. Obr. 3 ukazuje typickou závislost pyroelektrického koeficientu λ na teplotě T . Z grafu je patrné, že dosavadní konstrukce pyroelektrických detektorů, pracujících při pokojové teplotě T_a mohou využít jen velmi nízkou hodnotu pyroelektrického koeficientu λ a v důsledku toho je jejich účinnost nízká. Na grafu v obr. 3 je názorně ukázáno, že dielektrickým ohřevem do oblasti fázového přechodu čidla a stabilizací jeho pracovní teploty podle vynálezu hodnota pyroelektrického koeficientu λ , která je rozhodující ma-

teriálovou charakteristikou čidla, mnohonásobně vzroste.

Tento pracovní režim podle vynálezu má za následek optimalizaci dalších důležitých parametrů detektoru, jak je ukázáno na obr. 4 a 5. Obr. 4 dokazuje, že pyroelektrický detektor vykazuje nejvyšší hodnotu pyroelektrického proudu i právě v pracovním režimu podle vynálezu, tedy v okolí fázového přechodu T_c materiálu čidla. Stejně tak tento pracovní režim umožňuje dosáhnout nejvýhodnější hodnoty prahové citlivosti **NEP** v okolí T_c , jak je graficky znázorněno na obr. 5.

Činnost detektoru podle vynálezu je podmíněna vyhřátím feroelektrického kondenzátoru **4, 10** vlastními dielektrickými ztrátami střídavým napětím vhodného kmitočtu a amplitudy. Stabilizace teploty se ustaví

za podmínek rovnováhy mezi elektrickým vyhřívacím příkonem ze zdroje a výkonem odvedeným z feroelektrického kondenzátoru **4, 10** do okolí. Teplotně stabilizační účinek bude tím větší, čím strmější bude klesající teplotní závislost náhradní reálné vodivosti. Nepřímý ohřev čidla **1, 7** detektoru feroelektrickým kondenzátorem **4, 10** podle vynálezu má za následek, že teplota čidla **1, 7** vyhřátého do okolí jeho fázového přechodu, se mění při změnách teploty okolí nebo vyhřívacího napětí jen v malých mezích.

Detektor konstruovaný podle vynálezu je možno s výhodou použít i v nejnáročnějších aplikacích, kde je vyžadován detektor infračerveného záření s vysokou účinností a s parametry nezávislými na změnách teploty okolí.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Pyroelektrický detektor, obsahující čidlo z feroelektrického materiálu opatřené nejméně dvěma elektrodami zapojenými na vyhodnocovací obvody pyroelektrického signálu, význačný tím, že alespoň jedna plocha čidla {1, 7} je v teplotním kontaktu s vyhřívacím feroelektrickým kondenzátorem {4, 10} opatřeným alespoň jednou další elektrodou {5, 6, 11, 12} a napojeným na zdroj vyhřívacího napětí.

2. Pyroelektrický detektor podle bodu 1, význačný tím, že materiál čidla {1, 7} je pyroelektrický s konstantním vnitřním elektrickým polem a materiál vyhřívacího kondenzátoru {4, 10} je z feroelektrika s klesající závislostí náhradní reálné vodivosti na teplotě.

3. Pyroelektrický detektor podle bodů 1 a 2, význačný tím, že pyroelektrická osa čidla {1} je krystalograficky souběžná s fe-

roelektrickou osou vyhřívacího kondenzátoru {4}.

4. Pyroelektrický detektor podle bodů 1 a 2, význačný tím, že pyroelektrická osa {22} čidla {7} je krystalograficky kolmá na feroelektrickou osu {23} vyhřívacího feroelektrického kondenzátoru {10}.

5. Pyroelektrický detektor podle bodů 1 a 2, význačný tím, že alespoň jedna plocha čidla {1} je v elektrickém kontaktu s vyhřívacím kondenzátorem {4}.

6. Pyroelektrický detektor podle bodů 1 a 2, význačný tím, že alespoň jedna plocha čidla {7} je elektricky oddělena od vyhřívacího kondenzátoru {10} izolantem {13}.

7. Pyroelektrický detektor podle bodů 1 a 2, význačný tím, že absorbční plocha {24} čidla {7} je pokryta nevodivou absorbční vrstvou pro uvažovaný obor elektromagnetického záření.

