
Senzor infračerveného záření SMTIR9901/9902

Úvod

Senzory infračerveného záření Smartec SMTIR9901/9902 jsou dokonale propracované součástky zhotovené z křemíkového polovodičového materiálu. Jsou vhodné pro bezdotykové měření teploty na základě tepelného záření emitovaného z povrchu tělesa. Výrobce dodává také filtry volitelné podle rozsahu měřených teplot. Senzor SMTIR/9902 obsahuje zabudovaný odporový senzor teploty určený k měření teploty základny senzoru. Pracovní teplotní rozsah tohoto senzoru (měřicího elementu) je od -20 do 100 °C. Senzor SMT IR9901/9902 se dodává v pouzdru TO-05 a s optickým filtrem typu horní propust s hraniční vlnovou délkou 5,5 μm.

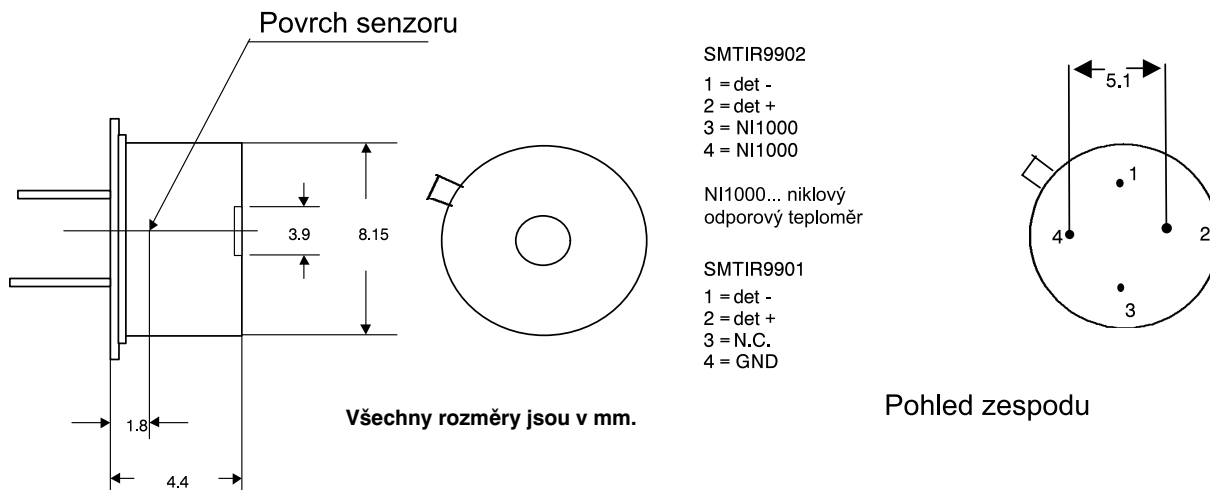
Typické aplikace

- Bezdotykové měření povrchových teplot nebo infračerveného záření z pohybujících se objektů
- Průběžné řízení teplot ve výrobě
- Tepelné výstražné systémy
- Řízení klimatizace
- Lékařské přístroje
- Domácí spotřebiče

Snadné a přesné měření teploty základny senzoru je umožněno vestavěným odporovým senzorem teploty (pouze u typu SMTIR/9902).

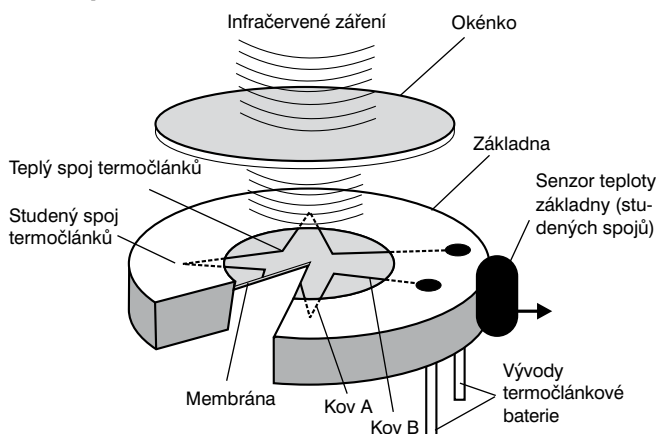
Hlavní charakteristické údaje infračerveného senzoru

- Vysoká přesnost
- Vysoká citlivost (110 V/W)
- Malý odpor (50 kΩ) a proto velmi dobrý poměr signál/šum
- Rychlá reakce - doba odezvy pouze 40 ms
- Technologie tenkých vrstev s nízkými výrobními náklady



Obr. 1: Rozměry a rozložení vývodů pouzdra senzoru TO -5.

Princip senzoru infračerveného záření



Obr. 2: Zjednodušený náčrt typické konstrukce senzoru infračerveného záření s baterií termočlánků

Typický infračervený senzor pro bezdotykové měření teploty je tvořen prvkem absorbujícím elektromagnetické záření pronikající *okénkem* v hermeticky uzavřeném pouzdru. Okénko je propustné pouze pro záření v rozsahu infračervených vlnových délek, případně může být doplněno přídatným filtrem nežádoucích složek. Tepelné záření (elektromagnetické vlnění) je po absorpci nejprve přeměněno na teplo a pak na elektrický signál. K převodu na elektrický signál může být použit jakýkoliv princip detekce tepla (termistory, monokrystalické polovodiče, diody - PN přechody, termočlánky, optické senzory a pod.).

V typickém provedení senzoru s převodem tepla termočlánky na obr. 2 je technologii tenkých vrstev na velmi tenké *Si-membráně* (400 μm) vytvořeno 100 *teplých spojů* termočlánku složených z polovodičových materiálů BiSb a NiCr („kovy“ A, B). Tyto materiály mají ve srovnání s obvyklými kovovými termočlánky podstatně větší termoelektrické (Seebeckovy) koeficienty, dosahující hodnot až 230 $\mu\text{V/K}$ (u kovů jsou to řádově jednotky mV/K), mají však značný měrný odpor. Teplé spoje jsou pokryty černou vrstvou (organické barvivo, platinová čern) velmi dobře absorbující tepelné záření a jsou vzniklým teplem ohřívány. *Studené spoje* termočlánkové baterie jsou umístěny na *základně*, jejíž vlastní teplota je měřena niklovým odporovým (vrstevným) teploměrem nebo termistorem.

Výstupní napětí termočlánkové baterie je úměrné *rozdílu teplot* mezi teplými a studenými spoji. Proto pro dosažení dostatečné citlivosti musí být teplo vzniklé jako důsledek absorpce záření minimálně odváděno z místa teplých spojů do okolí a základny. Z tohoto hlediska je podstatné, aby teplotní vodivost částí termočlánků a nosné membrány mezi teplými a studenými spoji byla co nejmenší.

Specifikace

Parametry	Typické hodnoty	Jednotky
Počet termočlánků	100	
Aktivní plocha	0,50	mm ²
Rozměry čipu	2,2 x 2,2	mm ²
Odpor baterie termočlánků	50 ± 15	kΩ
Citlivost	110 ± 20	V/W ¹⁾
Teplotní koeficient citlivosti	-0,52 ± 0,08	%/K
Specifická detektivita	2,1.10 ⁸	cm.Hz ^{1/2} /W ¹⁾
Výkonový ekvivalent šumu	0,35	nW ¹⁾
Šumové napětí	37	nV/Hz ^{1/2}
Časová konstanta	40 ± 10	ms (63%)
Teplotní rozsah (senzor teploty studených spojů)	-20 až 100	°C
Skladovací teplota	-40 až 100	°C
Optický filtr (horní propust)	5,5	μm

¹⁾ při 500 K, DC

Referenční odporový senzor teploty (jen pro SMTIR9902)

Hodnota odporu 1,000+/- 0.004 kΩ (při 25 °C)

Význam specifikací**Aktivní plocha**

Aktivní plocha čtvercového tvaru je rovna 0,5 mm². Zorný úhel senzoru lze měnit změnou vzdálenosti mezi senzorem a skleněným filtrem a volbou jeho průměru. Pro úpravy zorného úhlu může být použita také soustava čoček. V tomto případě je nutné respektovat změny koeficientu emisivity a závislost vlastností optické soustavy na vlnové délce záření.

Filtr

Senzory jsou obvykle vybaveny filtry typu horní propust. Z teorie záření absolutně černého tělesa (Planckův zákon) je známo, že každé těleso má maximum spektrální záře pro danou teplotu na jisté vlnové délce. Pro obecné použití vyhoví pásmová propust s hraniční vlnovou délkou asi 5,5 mm.

Výkonový ekvivalent šumu (NEP)

Udává zářivý tok, při kterém je hodnota výstupního signálu právě rovna efektivní hodnotě spektrální hustoty šumového napětí

Detektivita je převrácená hodnota NEP

Odpor senzoru (termočlánkové baterie)

Pro další zpracování signálu je důležité si uvědomit, že na rozdíl od obvyklých kovových termočlánků je výstupní odpor termočlánkové baterie podstatně větší. Tuto skutečnost je nutné respektovat při návrhu potlačení offsetu vstupního zesilovače, příp. dalších parametrů.

Časová konstanta

Časová konstanta definuje časový interval, za který odezva na skok teploty dosáhne 63 % hodnoty v ustáleném stavu. Časová konstanta závisí pouze na fyzikálních parametrech konstrukční realizace senzoru (tepelná kapacita, tepelná vodivost a geometrie částí senzoru).

Odporový senzor referenční teploty

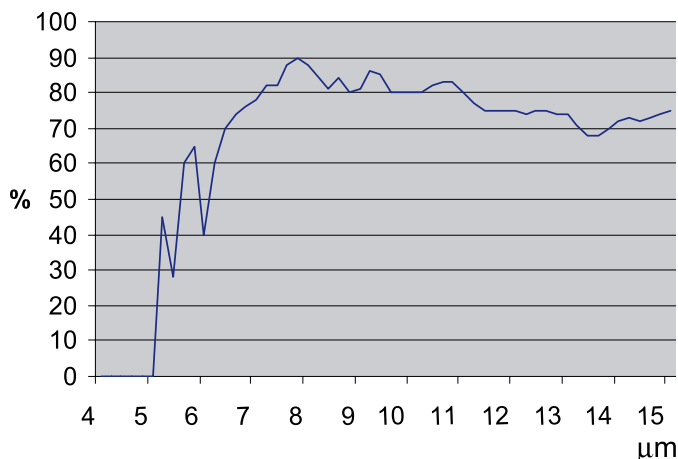
Jak již bylo uvedeno, pro měření teploty studených konců termočlávkové baterie (referenční teploty) je použit odporový senzor vyrobený z Ni s odporem 1000 Ω při 25 °C.

Závislost odporu senzoru na teplotě je (pro toleranční skupinu B) dána vztahem

$$R(T) = R_0 (1 + AT + BT^2 + CT^4 + DT^6) \quad \text{kde } R_0 \dots \text{ je odpor při } 0 \text{ °C, } R_0 = 876,20 \text{ Ω}$$

$$T \dots \text{ teplota ve } \text{°C} \quad A = 5,485 \cdot 10^{-3} \quad B = 6,65 \cdot 10^{-6} \quad C = 2,805 \cdot 10^{-11} \quad D = 2,000 \cdot 10^{-17}$$

Charakteristika filtru



Obr. 3: Závislost propustnosti filtru na vlnové délce [μm].

Údaje pro objednávku

SMTIR9901 ... senzor infračerveného záření bez senzoru teploty

SMTIR9902 ... senzor infračerveného záření se senzorem referenční teploty

Příklad výpočtu

Pro ilustraci tepelných poměrů na senzoru předpokládejme, že senzor s plochou povrchu 0,5 mm², teplotou 25 °C a ideální absorpcí, je umístěn uvnitř dutiny s teplotou 100 °C. V senzoru se absorbuje výkon asi 0,32 mW a teplota teplých spojů termočlávkové baterie senzoru roste pokud nebude dosaženo rovnováhy mezi množstvím tepla v senzoru absorbovaném a odvedeným (přívody do základny a působením gravitační konvekce do okolí). Rychlost dosažení rovnovážného stavu závisí na tepelné kapacitě (resp. časové konstantě) konstrukce senzoru. Z údaje o citlivosti určíme výstupní napětí senzoru $U_s = 100 \cdot 0,32 \cdot 10^{-3} = 0,032 \text{ V}$. Předpokládejme že termoelektrický (Seebeckův) koeficient termočlávků složeného z dvojice materiálů BiSb a NiCr je 200 μV/K. Baterie je složena ze 100 termočlávků, takže termoelektrický koeficient baterie je roven 20 mV/K. Absorbované záření vyvolá zvýšení teploty teplého spoje ϑ_t o $\vartheta_t - \vartheta_s = 0,032 / 0,020 = 1,6 \text{ °C}$. Ze vztahu je vidět jak je důležitá znalost (stálost) teploty studeného spoje ϑ_s .

K cejchování bezdotykového teploměru je vhodné použít kalibrační píčku s vyhřívaným terčičkem umístěným v dutině a tak napodobující chování absolutně černého tělesa.



V případě zájmu o další informace, příp. vzorky obraťte se prosím na adresu:

OMNITRON s.r.o., Dopraváků 723/1, Praha 8 - Dolní chabry, 184 00

Tel. 286 001 850, Fax 286 001 851

www.omnitron.cz; www.smartec.cz; e-mail: info@omnitron.cz