



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

240298

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 15 10 84
(21) (PV 7818-84)

(40) Zveřejněno 13 06 85

(45) Vydáno 15 06 87

(51) Int. Cl.⁴
G 01 K 7/20

(75)

Autor vynálezu

VANĚK FRANTIŠEK ing.; POSPÍŠIL KAREL ing. CSc., PRAHA

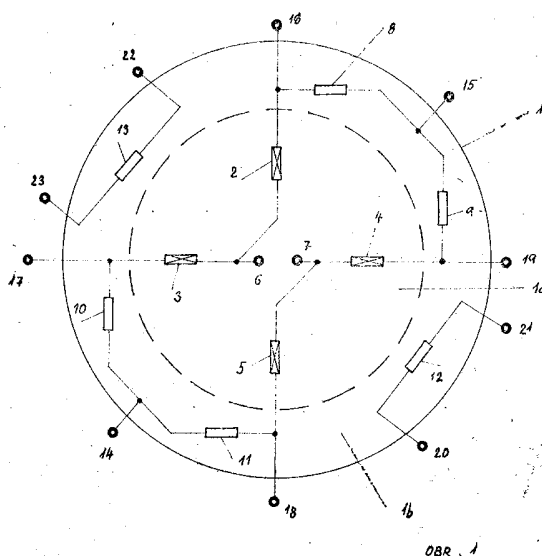
(54) Polovodičový tenzometrický snímač s teplotní kompenzací

1

2

Snímač je určen pro snímání neelektrických veličin, například síly, tlaku a zrychlení atd. Výsledný elektrický signál je korigován pro teploty od -50°C do $+70^{\circ}\text{C}$. Je založen na principu pružného snímacího členu, například polovodičové membrány a do ní difúzí nanesených odporů.

Podstata řešení spočívá v tom, že na nedeformovatelné části (1b) pružného snímacího členu (1) jsou umístěny alespoň čtyři teplotně závislé difundované vyvažovací odpory (8, 9, 10, 11) pro nastavení nulového výstupního napětí snímače v nezatíženém stavu, které jsou zapojeny do větví tenzometrického můstku, a dále jsou na nedeformovatelné části (1b) umístěny alespoň dva teplotně závislé difundované kompenzační odpory (12, 13) pro teplotní korekci deformační citlivosti, které jsou zapojeny do zpětných vazeb rozdílových operačních zesilovačů (24, 25) zapojených kaskádně k tenzometrickému můstku.



Vynález se týká polovodičového tenzometrického snímače neelektrických veličin, například síly, tlaku, zrychlení atd. Výsledný elektrický signál je korigován pro teploty od -50°C do $+70^{\circ}\text{C}$. Je založen na principu pružného snímacího členu, například polovodičové membrány a do ní difúzí nanesených odporů.

Známary tenzometrický snímač vytvořený pro měření úhlů náklonu vzhledem k vertikále, používá jako pružného snímacího členu polovodičovou desku uchycenou po obvodu k měřenému předmětu. V místech největší deformace pružného snímacího členu jsou planárně difúzní technikou nanášeny tenzometrické odpory, jejichž teplotní závislost je korigována zapojením alespoň do půlmůstku.

U popsaného typu snímače se používá přesného teplotně nezávislého vyvážení můstku zapojeného s vnější obvodovou sérioparalelní kombinací teplotně nezávislých odporů. Tím se získá nelineární teplotní závislost součinitele výsledného odporu paralelní kombinace teplotně závislého difundovaného snímacího odporu a vnějšího teplotně nezávislého kompenzačního odporu. Tato často používaná teplotní kompenzace výstupního nulového napětí nedostatečně koriguje výstupní napětí snímače v případě velkých teplotních změn.

Pokud se týká kompenzace deformační citlivosti u popsaného typu snímače, určuje se tato kompenzační schopnost již v samotné technologii jejich výroby a pak se doplňuje ještě obvodovými kompenzacemi, jako jsou například zapojení s teplotně závislými odpory, diodami a tranzistory. Toto zapojení v obvodové kompenzaci polovodičových snímačů a hlavně snímačů s difundovanými odpory vykazují nedostatky v malém kompenzačním účinku, a to vlivem malé rychlosti kompenzačního působení a vlivem dlouhodobé nestálosti jak kompenzačních prvků, tak samotného transformačního členu snímače.

Je známá například obvodová teplotní kompenzace s regulací napájeného proudu polovodičového tenzometrického snímače, popsaná v čs. AO č. 218 455. Je to zapojení pozůstávající ze zdroje stálého napětí a z rozdílového operačního zesilovače. První pól zdroje je přes první odpor připojen k invertujícímu vstupu rozdílového operačního zesilovače, jehož výstup je spojen jednak přes druhý odpor s jeho invertujícím vstupem, jednak přes třetí odpor s první výstupní svorkou zapojení a zároveň přes čtvrtý odpor, jednak s neinvertujícím vstupem rozdílového operačního zesilovače, jednak přes pátý odpor se druhým výstupní svorkou zapojení a zároveň se druhým pólem zdroje stálého napětí. Toto zapojení vykazuje v některých případech časovou nestabilitu. Je to způsobeno teplotní setrvačností regulační soustavy.

Uvedené nevýhody odstraňuje polovodičo-

vý tenzometrický snímač s teplotní kompenzací, obsahující snímací polovodičový pružný člen, v jehož deformovatelné části jsou difundované tenzometrické odpory zapojené do můstku.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že na nedeformovatelné části pružného snímacího členu jsou umístěny alespoň čtyři teplotně závislé difundované vyvažovací odpory pro nastavení nulového výstupního napětí snímače v nezátíženém stavu, které jsou zapojeny do větvi tenzometrického můstku, a dále jsou na nedeformovatelné části umístěny alespoň dva teplotně závislé difundované kompenzační odpory pro teplotní korekci deformační citlivosti, které jsou zapojeny do zpětných vazeb rozdílových operačních zesilovačů zapojených kaskádně k tenzometrickému můstku.

Řešení podle vynálezu má tyto výhody: umožňuje dosáhnout přesnosti v převodu měřené mechanické veličiny na elektrický signál i v případě velkých změn okolní teploty v rozsahu -50°C do $+70^{\circ}\text{C}$. Přesto, že na pružný snímací člen jsou nadifundovány další tenzometry, zůstává zachována miniaturizace snímače.

Výrobní technologie je vhodná pro hromadnou výrobu a umožňuje určení vlastností odporů. Vnější obvod je řešen tak výhodně, že vyžaduje jen jeden vnější nastavitelný odpor, kterým je možno nastavit na výstupu zapojení velké — až stonásobné — typizované výstupní napětí snímače.

Další předností vnějšího obvodu je, že v důsledku jeho kaskádního zapojení není třeba použít symetrického napájecího zdroje.

Polovodičový tenzometrický snímač s teplotní kompenzací, vyřešený tímto vynálezem, je znázorněn na přiloženém výkresu. Obr. 1 představuje křemíkovou polovodičovou membránu s tenzometry zhotovenými difúzí. Obrázek 2 znázorňuje celkové zapojení snímače včetně vnějšího obvodu.

V příkladném provedení je pružný snímací člen 1, například polovodičová membrána, vytvořena tak, že obsahuje vnitřní pružnou část 1a a při vnějším obvodu nedeformovatelný okraj 1b. V pružné části 1a jsou difundovány snímací odpory v můstkovém zapojení, a to první snímací odpor 2, druhý snímací odpor 3, třetí snímací odpor 4 a čtvrtý snímací odpor 5. Spolu spojené první vývody prvního a druhého snímacího odporu 2, 3 jsou připojeny k výstupní svorce 6. Spolu spojené první vývody třetího a čtvrtého snímacího odporu 4, 5 můstku jsou připojeny k výstupní svorce 7.

Na nedeformovatelném okraji 1b jsou umístěny difundované čtyři vyvažovací odpory 8, 9, 10, 11. Při eventuálně větším počtu vyvažovacích odporů 8, 9, 10, 11 lze na snímači přesněji nastavit nulové výstupní napětí.

Dále jsou difundovány dva kompenzační

odpory 12, 13 pro teplotní korekci deformační citlivosti snímače. Druhé vývody prvního a třetího snímacího odporu 2, 4 můstku jsou připojeny každý k jednomu konci vyvažovacích odporů 8, 9 a druhé vývody druhého a čtvrtého snímacího odporu 3, 5 můstku jsou připojeny každý k jednomu konci vyvažovacích odporů 10, 11. Druhý konec vyvažovacích odporů 8, 9 je připojen k napájecí svorce 15 můstku a druhý vývod vyvažovacích odporů 10, 11 je připojen k napájecí svorce 14 můstku.

Vyvážení můstku v nezatíženém stavu na nulové výstupní napětí se provede tak, že se na napájecí svorky 15, 16, 19 připojí jeden konec neznázorněného zdroje a na další napájecí svorky 14, 17, 18 se připojí druhý konec zdroje a pak se zvolí nejvhodnější kombinace vyvažovacích odporů 8, 9, 10, 11.

Teplotní závislost deformační citlivosti snímače se odstraní zapojením znázorněným na obraze 2: Výstupní můstkové napětí na svorkách 6, 7 je připojeno k neinvertujícím vstupům kaskádně zapojených rozdílových operačních zesilovačů 24, 25, jejichž výstupy 26, 27 jsou připojeny každý k jednomu konci 21, 23 kompenzačních odporů 12, 13

a jejich druhé konce 20, 22 jsou jednak spojeny s invertujícími vstupy operačních zesilovačů 24, 25 a jednak jsou spojeny přes nastavitelný odpor 28, kterým se dá nastavit zesílení operačních zesilovačů 24, 25 na žádanou hodnotu výstupního typizovaného napětí na svorkách 26, 27 při proudovém, napěťovém napájení můstku přes svorky 14 a 15.

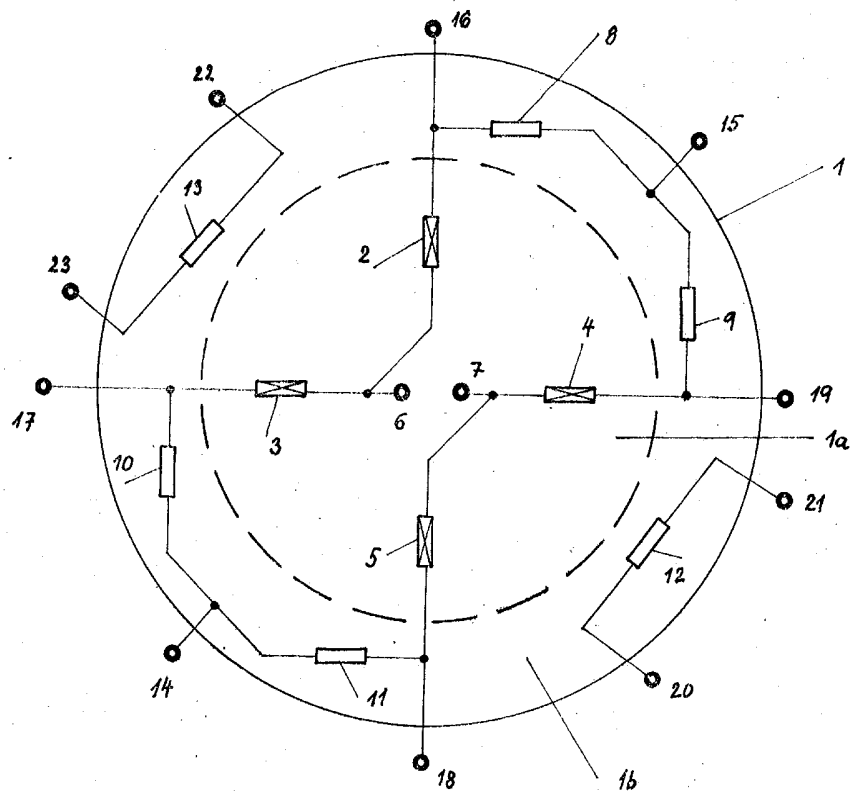
Z uvedeného popisu snímače vyplývá, že do pružného snímacího členu 1 jsou stejnou technologií — difúzí — vytvořeny jak snímací odpory 2, 3, 4, 5, tak teplotně závislé korekční odpory, tj. vyvažovací odpory 8, 9, 10, 11 a kompenzační odpory 12, 13, které jsou na nedeformovatelné části 1b. Tento způsob výroby odporů je jednak vhodný pro hromadnou výrobu a kromě toho lze již při difúzi promyšlenou volbou koncentrace příměsí určit vlastnosti odporů.

Shodná technologie výroby korekčních a snímacích odporů umožňuje přesnou korekci výstupního signálu pro velký teplotní rozsah. Například v teplotním intervalu -50°C až $+70^{\circ}\text{C}$ se výsledná teplotní závislost výstupního napětí sníží desetkrát oproti snímači bez kompenzace.

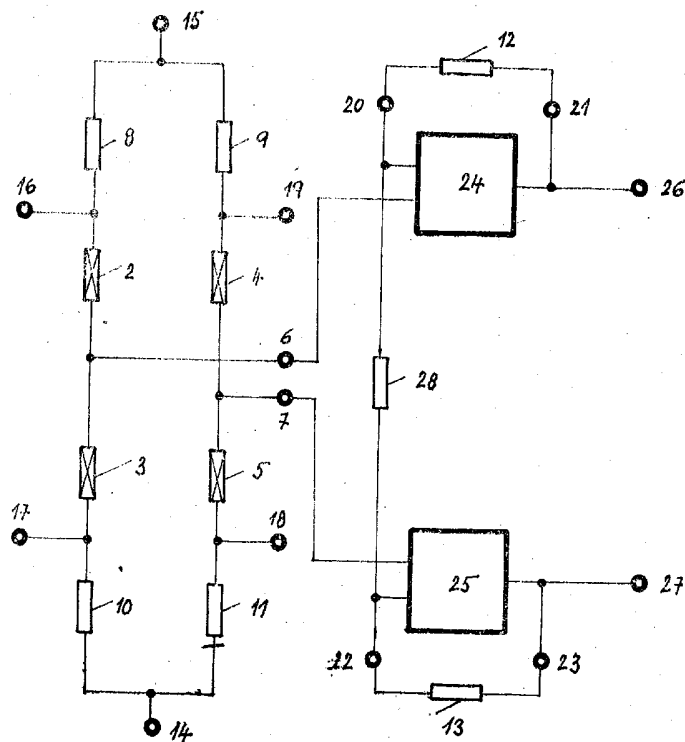
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Polovodičový tenzometrický snímač s teplotní kompenzací, obsahující pružný snímací člen, v jehož deformovatelné části jsou difundovány snímací odpory zapojené do můstku pro teplotní kompenzaci, vyznačený tím, že na nedeformovatelné části (1b) pružného snímacího členu (1) jsou umístěny alespoň čtyři teplotně závislé difundované vyvažovací odpory (8, 9, 10, 11) pro nastavení nulového výstupního napětí snímače v

nezatíženém stavu, které jsou zapojeny do větvi tenzometrického můstku, a dále jsou na nedeformovatelné části (1b) umístěny alespoň dva teplotně závislé difundované kompenzační odpory (12, 13) pro teplotní korekci deformační citlivosti, které jsou zapojeny do zpětných vazeb rozdílových operačních zesilovačů (24, 25) zapojených kaskádně k tenzometrickému můstku.



OBR. 1



OBR. 2