

Vysokotlakový snímač pre extrémne podmienky

APLIKOVANÝ VÝSKUM PRAXI



Do výrobných praxí sa dostávajú nové technológie, pri ktorých kvalita produkcie závisí od presného merania vysokého tlaku. Jednou z takýchto technológií je vysokotlakové spracovanie materiálov, pri ktorom výsledný produkt získava niekoľkonásobne vyššiu pevnosť v porovnaní s pôvodným materiálom. Ďalšími príkladmi aplikácií, ktoré vyžadujú využitie presného merania vysokého tlaku, sú naftové motory založené na vysokotlakovom vstrekaní paliva („common rail system“), rezacie stroje využívajúce vysokotlakový vodný prúd a sterilizácia potravín pomocou vysokého tlaku.



V Elektrotechnickom ústave Slovenskej akadémie vied (EIÚ SAV) vyvinuli originálnu sériu vysokotlakových snímačov pre extrémne podmienky. Pri dieselových motoroch s priamym vstrekaním paliva sa so vzrastajúcim tlakom zväčšuje účinnosť spaľovania a zároveň sa znižuje objem znečisťujúcich emisií vypúšťaných do atmosféry. Kým prvé sériové motory s týmto systémom pracovali pri tlakoch okolo 130 MPa, súčasné motory používajú vstrekovacie tlaky okolo 220 MPa. Vo vývoji sú motory s ešte vyššími vstrekovacími tlakmi. Na optimalizáciu produkcie potrebuje automobilový priemysel tlakové snímače, ktoré zabezpečia nielen vysokú presnosť merania, ale i životnosť snímačov, ktorá musí dosahovať viac ako jeden milión cyklov.

Pri meraní takýchto vysokých tlakov v extrémnych podmienkach vysokých teplôt a chemicky agresívneho prostredia vznikajú problémy so stabilitou meracieho systému, rovnako ako aj s prenosom a vyhodnotením signálu.

Ťažiskovým problémom je najmä výber vhodných materiálov, konštrukčných typov senzorov a princípov snímania. Vybraný materiál musí spĺňať požiadavky na veľmi dobrú mechanickú, tepelnú a chemickú stabilitu. Ukazuje sa, že takýmto materiálom môžu byť polovodičové heteroštruktúry na báze AlGaIn/GaN, ktoré navyše vykazujú vysoko-templotne stabilné piezoelektrické vlastnosti využiteľné priamo v mechanizme snímania.

Ponúka sa takto koncept konštrukčného návrhu senzorov tlaku využitím mikro-elektromechanických systémov (MEMS), ktorých hlavnou prednosťou, okrem miniaturizácie rozmerov, zvýšenia kvality snímania a odolnosti, je tiež priama integrácia senzorickej (snímačej) časti spolu s kontrolnou a riadiacou elektronikou na spoločnom čipe - koncept inteligentných tzv. „smart“ senzorov s diaľkovým bezdrôtovým spracovaním snímaných signálov a prenosom energií.

V EIÚ SAV sa venujú výskumu a vývoju takýchto inteligentných polovodičových MEMS senzorov pre rôzne oblasti aplikácií (MEMS senzory elektrického výkonu, mikro-vlňového výkonu, MEMS senzory na detekciu plynov či meranie tlaku, ...).

V súčasnosti vo svete ešte stále dominuje výskum MEMS senzorov na báze kremíka, ktorého mechanické, chemické, tepelné a elektronické vlastnosti sú však ohraničené. Ich aplikácie v nehostinných podmienkach vysokých teplôt a chemicky agresívnom prostredí nie sú možné.

Tím v EIÚ SAV predstavil novú konštrukciu MEMS senzorov tlaku na báze kruhových tranzistorov AlGaIn/GaN HEMT (snímačích elektronických prvkov) integrovaných na kruhových, prstencových a sekvenčne prstencových AlGaIn/GaN membránach (snímačích mikromechanických štruktúrach).

Na snímání sa prednostne využíva zmena náboja generovaného vo vrstve AlGaIn, ktorá je priamo úmerná vonkajšej dynamickej budiacej sile.

Snímaciu membránu piezoelektrického MEMS tlakového senzora z EIÚ SAV možno škálovať pre rôzne rozsahy tlakov a tak senzor prispôbiť požiadavkám jeho aplikácie. Je možné vytvoriť viacvrstvovú membránovú štruktúru (AlGaIn/GaN/substrát), ktorej mechanická pevnosť sa zvyšuje so zväčšujúcou sa hrúbkou pridanej substrátovej vrstvy. Zmenou hrúbky membrány je možné taktiež meniť veľkosť piezoelektrickej odozvy (čiže

citlivosť) navrhnutého senzora v režime snímání piezoelektrického náboja ako odozvy na záťaž tlakom. Dimenzovaním membrány možno teda zabezpečiť dostatočnú citlivosť na pôsobiaci tlak, čiže jej dostatočnú mechanickú deformačnú výchylku. Zahŕňa to výrobu kruhových membrán s rôznymi priermi od 700 μm do 2000 μm a takisto aj špecifické rozloženie a veľkosti plôch snímačích elektród.

Výhody tejto série tlakových senzorov sú zjavné z účinkov, ktorými sa prejavujú navonok. Tie spočívajú najmä v možnosti ich aplikácie v extrémnych podmienkach vysokých teplôt a v chemicky agresívnom prostredí. Keďže takýto tranzistor je jedným zo základných prvkov vyhodnocovacej a riadiacej elektroniky, teplotná stabilita podmieňuje zároveň aj jeho funkčnú činnosť. Silná teplotná odolnosť piezoelektrických konštant zmienených polovodičov umožňuje realizovať piezo-snímače bez potreby teplotnej kompenzácie. Excelentné elektronické a tepelno-mechanické vlastnosti uvedených tenkých vrstiev umožňujú realizáciu MEMS tlakových senzorov na báze diaľkového bezdrôtového snímání v extrémnych podmienkach vysokých teplôt a vysoko korozívneho prostredia. Výhodou je aj vyššia životnosť senzora oproti doterajším tlakovým senzorom v extrémnych podmienkach, čo sa prejaví finančnou úsporou na strane používateľa. Zjednoduší sa taktiež celková konštrukcia, pretože umožňuje odstránenie kabeláže a, čo je najdôležitejšie, umožňuje integráciu senzora a riadiacej elektroniky na jednu dosku, čo dovoľuje ich inštalovanie priamo v mieste merania a bezdrôtový prenos energií a signálov. Napokon je to extrémna citlivosť na zmeny v dynamickom namáhaní vyvolané najmä hydrodynamicky, akusticky alebo zrýchlením. Predstavená séria MEMS tlakových senzorov vyvinutých v EIÚ SAV je chránená patentovou prihláškou číslo 94-2013. Predstavuje novú generáciu senzorov využiteľných práve pre vysoko atraktívne oblasti merania tlaku v nehostinných prostrediach.

www.ktt.sav.sk

Túto stránku sponzoruje



najväčší výrobca stavebných profilov na Slovensku.