

(12) **PATENT**

(21) Številka prijave: **201200154**

(51) Int. Cl. (2013.01)

(22) Datum prijave: **21.05.2012**

G01L 9/00

(45) Datum objave: **29.11.2013**

(72) Izumitelji: **Santo Zarnik Marina, 1000 Ljubljana, SI;**
Belavič Darko, 1000 Ljubljana, SI;
Hodnik Marjan, 8270 Krško, SI;
Kocjan Sandi, 8259 Bizeljsko, SI

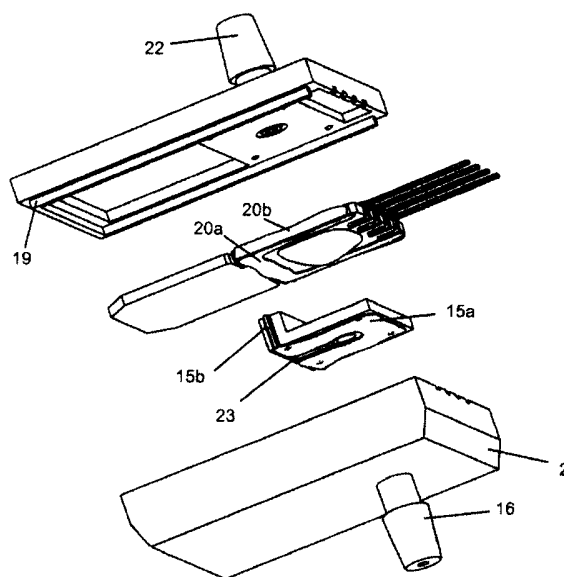
(73) Imetnika: **In.Medica d.o.o.,**
Levičnikova cesta 34, 8310 Šentjernej, SI;
Inštitut "Jožef Stefan",
Jamova 39, 1000 Ljubljana, SI

(74) Zastopnik: **Patentna pisarna d.o.o., Čopova 14, p.p. 1725, 1001 Ljubljana, SI**

(54) **SENZOR TLAKA S KONZOLNO KERAMIČNO SENZORSKO STRUKTURO**

(57) Ta izum se nanaša na senzorski modul s keramičnim senzorjem tlaka (1) izdelanem v podolgovatem tridimenzionalnem keramičnem substratu, ki ima vsaj eno votlino zaprto z merilno membrano (8), na kateri so izdelani senzorski elementi, na enem koncu substrata in z električni priključki (12) in odprtino za referenčni tlak (9), ki je preko vsaj enega kanala (10) v substratu povezana z votlino, na drugem koncu substrata in je ta keramični

senzor tlaka pritrjen v ohišje tako, da oblikuje konzolno strukturo v kateri je senzorski del sensorja (4) z membrano (8) na prosto štrlečem koncu in je ohišje razdeljeno na dve hermetično ločeni komori, od katerih je v eni merjeni medij in v drugi se nahaja del substrata na katerem so izdelani elektronika in priključki, tako daje del substrata z membrano (8) v stiku z merilnim medijem na nasprotni strani membrane kot so senzorski elementi.



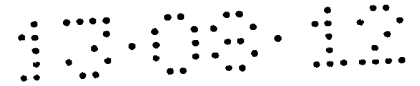


Senzor tlaka s konzolno keramično senzorsko strukturo

Predmet izuma je keramični senzor tlaka, predvsem senzorski modul s preciznim keramičnim senzorjem tlaka, ki se lahko uporablja v zahtevnih pogojih okolice, za meritev tlaka v različnih medijih ter za tako imenovane mokro-mokro aplikacije. Pri zelo preciznih senzorjih tlaka je potrebno zagotoviti, da je senzorska struktura zaprta v ustreznem ohišju neobčutljiva na mehanske napetosti, ki se prenašajo preko ohišja na senzorski del.

Izum se nanaša tudi na področje, ki obravnava izdelavo keramičnih senzorskih struktur z uporabo laminarnih keramičnih tehnologij: Keramične tehnologije z nizko temperaturo žganja (Low-Temperature Co-fired Ceramic (LTCC)) in visoko temperaturne (HTCC) keramične tehnologije. Te tehnologije temeljijo na sestavljanju tankih folij ustrezno oblikovane zelene keramike v večplastne strukture, ki se izostatsko stiskajo in sintrajo v monolitne keramične tridimenzionalne senzorske konstrukcije. Zahvaljujoč dobri mehanski trdnosti, kemični in biološki odpornosti ter združljivosti z različnimi funkcionalnimi debeloplastnimi materiali, skupaj z odličnimi možnostmi za izdelavo tridimenzionalnih struktur s kanali, votlinami in vpetimi membranami, na katerih so lahko izdelani senzorski elementi različnih oblik, so laminarne keramične tehnologije, primerne za realizacijo keramičnih senzorjev tlaka, v ustrezni obliki.

Najpogosteje se uporabljajo keramični senzorji tlaka pri katerih je osnovna senzorska struktura zasnovana na tanki krožni keramični membrani na kateri so izdelani senzorski elementi, ki so občutljivi na mehanske deformacije. To so tako imenovani membranski senzorji tlaka, pri katerih pretvorba mehanske deformacije oz. upogiba keramične membrane, v električni signal temelji na različnih senzorskih principih. Večina komercialnih senzorjev temelji na piezouporovnem in kapacitivnem senzorskem principu. Neodvisno od senzorskega principa so karakteristike membranskega keramičnega senzorja odvisne od geometrije in mehanskih lastnosti materialov, iz katerih je membrana izdelana, vendar pa na te karakteristike lahko močno vplivajo tudi mehanske obremenitve iz okolja, ki se prenašajo preko ohišja, v katerem je senzorski element zaprt. Prav zaradi tega natančnost in stabilnost, ki sta tudi najpomembnejši karakteristiki, ki sta nujno potrebni za vsak precizni senzor tlaka,



niso odvisni le od mehanske trdnosti in kemijske stabilnosti keramične strukture, ampak tudi od stabilnosti samega senzorskega elementa in čim boljše izolacije senzorskega elementa od mehanskih napetosti, ki se prenašajo preko ohišja.

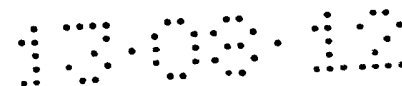
Iz literature so že znane nekatere rešitve problema montaže in hermetičnega zapiranja keramičnih senzorjev tlaka v ustrezna ohišja za uporabo v različnih okoljih, ki zmanjšujejo efekt staranja ohišja in prenosa mehanskih napetosti z ohišja na senzorski element.

Patent 5186055 razkriva pretvornik tlaka, ki je zasnovan na membranski strukturi, na kateri so senzorski elementi, ki je z anodnim varjenjem pritrjena na vmesni nosilni člen. Vmesni nosilni člen senzorja je pritrjen na glavni nosilec, ki je skupaj s podpornim obročem zavarjen s steklom v hermetično zaprtem ohišju, ki zagotavljajo zaščito senzorja pred okoljem.

Izum, ki ga opisuje patentni zahtevek EP 2395336 razkriva posebno konstrukcijo senzorja za merjenje tlaka v različnih tekočinah in plinih, ki se sestoji iz pretvornika tlaka, ki ima membrano pritrjeno na nosilno (podporno) strukturo, ki se montira neposredno v hermetično zaprto ohišje tako, da je senzorski del zatesnjen s tesnilnim materialom okoli nosilne strukture in da je nosilna struktura s tesnilom radialno stisnjena.

Slabost večine obstoječih rešitev za membranske senzorje tlaka je mehanski spoj med membrano in ohišjem senzorja. Keramični senzorji tlaka temeljijo predvsem na keramični membrani, ki je pritrjena na debelo nosilno podporno strukturo in je skupaj s podporo hermetično zaprta v ohišju z uporabo različnih materialov in tesnilnih in/ali o-ring podložk. V takih primerih je lahko keramična membrana v neposrednem stiku z tlačnim medijem, medtem ko so senzorski elementi na nasprotni strani membrane, ki je zaščitena pred medijem. S tem, da razdeli ohišje v vsaj dve ločeni komori, omogoča taka konstrukcija, da so lahko električne povezave in elektronska vezja za obdelavo senzorskih signalov v ločeni komori od tlačnega medija.

Tehnologije, ki se uporabljajo za pritrjevanje membrane v ohišje so anodno varjenje, varjenje s steklom, spajkanje, varjenje in uporaba različnih adhezivnih materialov in lepil. Vendar pa lahko različni temperaturni razteznostni koeficienti različnih materialov in različnih



parametrov tehnološkega procesa izdelave povzročijo zaostale mehanske napetosti, ki lahko negativno vplivajo na dolgoročno stabilnost in trajnost senzorja.

Neposredno pritrdjevanje senzorske membrane v ohišje lahko močno vpliva na lastnosti senzorja in mehanske napetosti se lahko z ohišja prenesejo na senzorski element. Iz tega razloga obstoječe rešitve temeljijo na uporabi zelo debele in masivne podlage ali drugih nosilcev za membrane.

Pomanjkljivost znanih rešitev za izvedbo senzorskih modulov s keramičnimi senzorji tlaka pri katerih je keramična membrana v direktnem stiku z merilnim medijem in ga obenem ločuje od ostalega dela senzorja je omejitev glede dimenzij senzorske membrane. Tako je izdelava senzorjev za različna tlačna področja, vgrajenih v ohišja enakega tipa in dimenzij težje izvedljiva in lahko predstavlja dodatno pomanjkljivost obstoječih rešitev.

Znano je, da je z uporabo LTCC tehnologije možno izdelati primerne keramične strukture za membranske senzorje. Ta tehnologija temelji na sestavljanju tankih folij ustrezno oblikovane zelene keramike v večplastne strukture, ki se izostatsko stiskajo in sintrajo na približno 900° C v monolitne keramične strukture. Vsaj ena od plasti v taki strukturi služi za izdelavo membrane, ki se upogiba pod od zunaj apliciranim tlakom. Debeloplastni senzorski elementi na membrani so lahko sočasno žgani z membrano ali pa so izdelani naknadno, na predhodno žgani keramični strukturi. Znane rešitve za keramične senzorje tlaka izdelane iz LTCC so opisane v odprti literaturi, ki v glavnem razpravlja o izvedljivosti senzorjev, ki temeljijo na različnih senzorskih principih, vendar pa na splošno ne obravnavajo problematike zapiranja takih senzorjev v ohišja.

Patent US 8079268 ščiti posebno obliko (izvedbo) keramičnega senzor tlaka izdelanega z uporabo LTCC ali HTCC materialov v katerem je senzorski del z membrano in votlino le delno povezan z keramičnim nosilnim delom, na katerem je realiziran tudi elektronski del senzorja in sicer preko enega do treh mostičkov. Ta izum razkriva inovativno rešitev za povezavo senzorske strukture z nosilnim delom preko ozkih mostičkov, ki zmanjšajo prenos mehanskih napetosti z nosilnega dela, vendar lahko zelo poslabšajo mehansko trdnost celotnega paketa. Prav tako izum ne obravnava problematike zapiranja senzorja v ohišje, in je



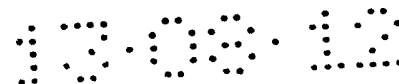
zato tak senzor lahko primeren za uporabo v zahtevnih pogojih okolice in v različnih medijih, le v primerih, ko je merilni medij v apliciran v votlini senzorske strukture.

Zaradi zgoraj navedenih razlogov je potrebno poiskati inovativno rešitev za izvedbo keramičnih senzorjev tlaka, ki bodo zaprti v ustreznem ohišju tako, da bo zmanjšan prenos mehanskih napetosti z ohišja na senzorski del in bo s tem zmanjšan tudi efekt staranja zaradi staranja ohišja in bo senzor v takem ohišju prilagojen za uporabo v različnih okoljih in za različna tlačna področja.

Naloga in cilj tega izuma je, da zagotovi tak senzorski modul, ki bo uspešno reševal slabosti obstoječih rešitev. Predvsem je predmet izuma izvedba senzorskega modula s posebno oblikovanim keramičnim senzorjem tlaka, ki je lahko izdelan z uporabo LTCC ali HTCC tehnologije in je integriran v ohišje tako, da je zagotovljena čim boljše mehanska izolacija senzorskega dela od ohišja in da taka integracija obenem omogoča, da je samo senzorski del v neposrednem stiku a tlačnim merilnim medijem, medtem ko so ostali deli zaščiteni pred medijem. Senzor se lahko uporablja za merjenje tlaka v različnih medijih, vključno z nekaterimi agresivnimi mediji kot so npr: onesnažen zrak, onesnažena voda, morska voda, dizelsko gorivo, bencin, olja, maziva klimatske plina, zemeljskega plina itd.

Po izumu je rešitev senzorski modul, ki je opisan v prvem patentnem zahtevku. Priporočene izvedbe senzorskega modula so razkrite v neodvisnih patentnih pod-zahtevkih.

Ta izum se nanaša na poenostavljeno rešitev tehničnega problema montaže in hermetičnega zapiranja keramičnega senzorja tlaka v senzorskem modulu, ki zagotavlja dobro izolacijo senzorskega dela od mehanskih napetosti, ki se prenašajo z ohišja. Predlagana rešitev je posebno skonstruiran senzorski modul s hermetično zaprto komoro, v kateri je keramični senzor tlaka v stiku s tlačnim medijem, medtem ko je del senzorja na katerem so izvedene električne povezave in elektronika za obdelavo senzorskih signalov v ločenem prostoru zaščitene pred vplivom tlačnega medija. Na ta način je senzorski modul primeren za uporabo v zahtevnih delovnih okoljih in za meritve tlaka v različnih tekočinah, kot so: onesnažen zraka, voda, dizelsko gorivo, bencin, olja, plin za klimatske naprave, zemeljski plin itd.



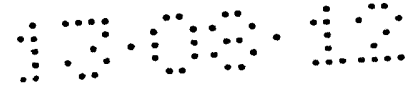
Po izumu je modul keramičnega senzorja tlaka sestavljen iz keramičnega senzorskega dela in ohišja z tlačnimi priključki za relativno in diferencialno meritev tlaka.

Da bi rešili zgoraj navedene težave pri montaži senzorja v ohišje je keramični senzor tlaka izdelan v obliki podolgovatega keramičnega substrata, ki ima na enem koncu votlino zaprto z merilno membrano, na kateri so senzorski elementi. Na drugem koncu je povezovalni del, na katerem so izdelane odprtine za merilni ali referenčni tlak in električne povezave. Substrat ima vsaj en kanal za tlačno povezavo votline z odprtinami za tlak in po možnosti simetrično razporejene zareze, ki delno mehansko ločujejo merilni del s senzorskimi elementi od povezovalnega dela. Tak keramični senzor tlaka je nameščen v ohišju, tako da tvori konzolno strukturo, ki v veliki meri zmanjšuje mehanske napetosti, ki se prenašajo z ohišja in hkrati omogoča neposreden stik senzorja z medijem.

Podolgovata keramična struktura z votlinami, kanali in membranami je lahko izdelana z uporabo laminarnih keramičnih tehnologij LTCC in HTCC. Te tehnologije temeljijo na sestavljanju tankih folij ustrezno oblikovane zelene keramike v večplastne strukture, ki se izostatsko stiskajo in sintrajo. LTCC se sintra pri relativno nizki temperaturi 900°C. Temperatura sintranja HTCC je okoli 1300°C. V 3D keramični strukturi vsaj ena od keramičnih plasti služi kot membrana, ki se upogiba pod merjenim tlakom. Na membrani so izdelani senzorski elementi v odvisnosti od izbranega senzorskega principa: debeloplastni upori v primeru piezouporovnega senzorja, ali debeloplastne prevodne elektrode v primeru kapacitivnega senzorja.

Ker je temperatura sintranja pri LTCC relativno nizka so lahko debeloplastni senzorski elementi na membrani žgani hkrati s keramično strukturo. Sicer so lahko debeloplastni senzorski elementi izdelani z uporabo konvencionalne debeloplastne tehnologije na predžgani keramični strukturi. Istočasno žganje omogoča izdelavo senzorskih elementov v votlini oz. na notranji stani membrane ali na zunanji strani. Tako so lahko senzorski elementi na membrani vedno na nasprotni strani od tlačnega medija.

V HTCC tehnologiji so debeloplastni upori praviloma procesirani na predhodno žgani keramični strukturi. Možno pa je, v primeru kapacitivnih senzorjev, sočasno s keramično



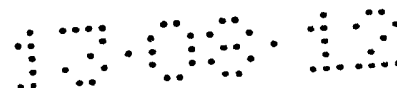
strukturo žgati tudi prevodne elektrode kondenzatorja. Izdelava piezouporovnega senzorja pri kateri bi bili senzorski elementi na membrani v notranjosti votline je možna, če membrano z debeloplastnimi senzorskimi elementi zavarimo s steklom na nosilni substrat in na ta način sestavimo tri-dimenzionalno keramično strukturo.

Keramični senzor tlaka je lahko izdelan tudi iz predhodno sintranih keramičnih nosilcev (kot so Al_2O_3 , ZrO_2 itd.), ki so s steklom zvarjeni v ustrezno tri-dimenzionalno strukturo. Tanjši keramični nosilec se uporabi za membrano in debelejši za nosilni del senzorja na katerem so izdelani tudi električni priključki.

Po izumu je ohišje senzorja sestavljeno iz spodnjega dela, v katerem je ugnezdena pregrada, ki zagotavlja ločitev tlačne komore od ostalega dela in hkrati služi kot podporni nosilec, na katerem je pritrjen keramični senzor tlaka in zgornjega dela. Na spodnjem in zgornjem delu ohišja sta priključka za merilni in referenčni tlak.

Vsi deli ohišja so oblikovani tako, da keramični senzor tlaka pritrjen v tako ohišje, deli ohišje na dve ločeni komori: tlačno komoro z merilnim medijem in komoro, v kateri so električni priključki in elektronsko vezje za obdelavo senzorskega signala.

Podolgovat keramični senzor je pritrjen v ohišje tako, da tvori konzolno strukturo pri kateri senzorskim del štrli v tlačno komoro z merilnim medijem. Keramični senzor tlaka je pritrjen v spodnjem delu ohišja na svojem povezovalnem delu, ki je mehansko delno ločen od senzorskega dela z zarezi. Zgornji del ohišja je pritrjen na povezovalni del keramičnega senzorja tlaka in hkrati na spodnji del ohišja, ki ga na ta način hermetično zapira. S tem sta tudi priključka za merilni in referenčni tlak, ki sta izvedena na zgornjem in spodnjem delu ohišja, povezana s komoro z merjenim tlačnim medijem in votlino v keramičnem senzorju tlaka z referenčnim tlakom, v tem zaporedju, medtem ko je del keramičnega senzorja tlaka z elektronskimi komponentami v ločeni komori zaščiten od medija in okolja. Zato v večini primerov uporabe ni potrebe za dodatno zaščito elektronskih komponent z glob-top zaščito ali drugimi ustreznimi zaščitnimi premazi. Vsekakor pa lahko dodatna zaščita elektronskih komponent v posameznih primerih prispeva k večji zanesljivosti tehnološkega procesa in boljši stabilnosti v senzorskih karakteristik.



Material iz katerega je izdelano ohišje in lepila, ki se uporabljajo za sestavljanje in tesnjenje keramičnega senzorja v ohišju so izbrani tako, da se zagotovi odpornost na tlačne medije v obravnavanem temperaturnem območju.

Po izumu vplivajo mehanske obremenitve v strukturi senzorja, ki nastajajo zaradi neusklajenosti koeficientov temperaturnega raztezka uporabljenih različnih materialov, predvsem na povezovalni del keramičnega senzorja tlaka, medtem ko je njegov senzorski del v precejšni meri izoliran od teh vplivov. S tega vidika manjša neusklajenost koeficientov temperaturnega raztezka ni kritična. Vsekakor pa je treba materiale izbrati tako, da bo hermetično zaprta struktura dovolj robustna, da bo lahko vzdržala tlačne obremenitve v zahtevanem temperaturnem območju.

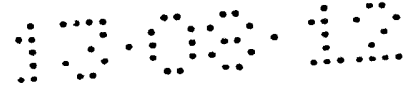
V odvisnosti od namena uporabe so lahko za izdelavo ohišja uporabljeni različni materiali: plastike, kovine ali keramike.

Po izumu je keramični senzor tlaka lahko piezouporovni ali kapacitivni senzor.

Piezouporovni keramični senzor tlaka je navadno izdelan s štirimi debeloplastnimi upori na keramični membrani, ki so povezani v Wheatstonov mostič. Podobno kot merilni lističi, pretvorijo debeloplastni upori mehanske raztezke membrane zaradi tlaka v električni signal in se zato nahajajo na mestih kjer so mehanske deformacije membrane največje, tj. v centralnem delu in ob robu membrane in sicer tako, da sta dva upora pod natezno obremenitvijo, druga dva pa se krčita. Deformacija membrane povzroči spremembe upornosti mostičnih uporov in posledično spremembe v napetosti na izhodu mostiča, ki so sorazmerne s tlakom. Senzorski signal je lahko nadalje obdelan z ustrežno elektroniko. Pomemben korak v proizvodnem postopku, je uravnovešanje mostiča. V ta namen so ob membrani na nosilnem delu izdelani dodatni debeloplastni upori.

Po izumu so ti dodatni upori za uravnovešanje mostiča lahko zaščiteni z debeloplastnim steklom. Lahko pa se za zaščito debeloplastnih elementov uporabi tudi druge organske debeloplastne zaščite ali premaze.

Po izumu je lahko keramični senzor tlaka z piezouporovni senzorskimi elementi na membrani zaščiten s tankim filmom organskih ali anorganskih materialov, ki se lahko nanesejo z



uporabo tehnološkega postopka pomakanja. Lahko se uporabijo tudi druge tehnologije kot npr. tehnologije za nanašanje parylene filma in nano-tehnologije za nanašanje tankih filmov različnih organskih in anorganskih snovi. Rešitve z nanosom tankega zaščitnega filma so namenjene predvsem za keramične senzorje tlaka za uporabo pri kateri je senzor na obeh straneh v direktnem stiku z medijem.

Prednosti rešitve po izumu, so naslednje:

Predlagana izvedba je preprosta in nezahtevna za izdelavo. Dimenzije in oblika membrane keramičnega senzorja tlaka so lahko dokaj neodvisni od velikosti in oblike ohišja. To omogoča miniaturizacijo keramičnega senzorja tlaka in enostavno prilagoditev dimenzij membrane za različna tlačna območja, kar lahko prispeva k zmanjšanju proizvodnih stroškov.

Izum bo opisan na izvedbenem primeru in slikah, ki prikazujejo

Slika 1 ponazarja risbo preseka senzorskega modula z keramičnim senzorjem tlaka v ohišju z ločeno komoro za tlačni medij.

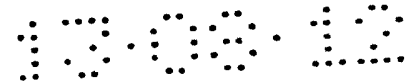
Slika 2 prikazuje presek keramičnega senzorja tlaka z debeloplastnimi upori na membrani v notranjosti votline v senzorskem delu in povezovalnim delom z električnimi/pnevmatskimi priključki, ki so delno ločeni z zarezi.

Slika 3 prikazuje ločeno vse posamezne dele senzorja v perspektivi.

Slika 4 prikazuje vse posamezne dele senzorja in adhezivne plasti v perspektivi s pogledom od spodaj.

Slika 5 prikazuje risbo keramičnega senzorja tlaka montiranega v spodnjem delu ohišja.

Po izumu je predlagana rešitev za izvedbo piezouporovnega keramičnega senzorja tlaka, ki je ponazorjena na slikah in za katero je značilno, da je keramični senzor tlaka izdelan iz LTCC in je hermetično zaprt v ohišje tako, da tvori konzolno strukturo v kateri je senzorski del



mehansko izoliran od mehanskih napetosti, ki se prenašajo z ohišja in je v taki izvedbi le del keramičnega senzorja tlaka s senzorsko strukturo v neposrednem stiku s tlačnim medijem.

Predlagana inventivna izvedba senzorskega modula s keramičnim senzorjem tlaka vključuje keramični senzor tlaka (1) v ohišju, ki ga sestavljata spodnji del (2) in zgornji del (3), kot je prikazano na slikah. 1 in 2.

Keramični senzor tlaka (1) je podolgovata tri-dimenzionalna keramična struktura v LTCC nosilcu, pri katerem je senzorski del (4) na enem koncu nosilca in je na drugem koncu povezovalni del (5) s priključki (električnimi priključki in priključki za merilni in referenčni tlak).

Slika 2 prikazuje senzorski del keramičnega senzorja tlaka s slike 1, z votlino (7), ki je zaprta z membrano (8). Povezovalni del (5) substrata ima odprtino (9) za dovod referenčnega tlaka, ki je povezana z votlino (7) preko kanala (10). Povezovalni del (5) služi hkrati kot podlaga za elektronske komponente oz. vezje za obdelavo senzorskega signala (11) in električne priključke (12).

Senzorski debeloplastni upori (13) so na membrani na pozicijah, ki ustrezajo področju maksimalnih mehanskih deformacij in sicer na notranji strani votline. Električne povezave senzorskega dela in električni priključki so izdelani v/na povezovalnem delu z uporabo konvencionalne debeloplastne in LTCC tehnologije.

Slika 3 prikazuje vse posamezne dele senzorskega modula in adhezivne plasti v perspektivi.

Slika 4 ilustrira montažo in pritrjevanje keramičnega senzorja tlaka v ohišje.

Spodnji del ohišja (2) nosi tlačni priključek (16) za merjeni tlačni medij. Notranja pregrada (14) je ugnježena v spodnjem delu ohišja in pritrjena s plastmi lepila (15a, 15b) in plastjo lepila (15c), ki se vidi na sliki 3 in je zaradi perspektive ni možno videti na drugih slikah. Ta notranja pregrada formira v spodnjem delu ohišja kanal (23) preko katerega pride tlačni medij od tlačnega priključka (16) v tlačno komoro.

Na spodnjem delu ohišja z ugnjezdno notranjo pregrado (14) je keramični senzor tlaka pritrjen s plastjo adhezivnega materiala (20a, 20b) kot je prikazano na sliki 3 in sliki 4 ter s plastjo adhezivnega materiala (29c), ki se zaradi perspektive lahko vidi samo na sliki 3. Plasti adhezivnega materiala se lahko nanesejo na spodnjo površino povezovalnega dela senzorja



tlaka (5) in v ozkem pasu čez celo površino povezovalnega dela v neposredni bližini zarez (6). S plastjo adhezivnega materiala (20a) je keramični senzor tlaka pritrjen na notranjo pregrado (14) in s plastmi (20a), (20b) in (20c) na spodnji del ohišja. Na ta način je konzolna struktura s senzorskim delom, ki je v tlačni komori z merilnim medijem ločena od komore, v kateri je povezovalni del senzorja tlaka z elektronskimi komponentami (11) in priključki zaščiten pred tlačnim medijem.

Slika 5 prikazuje keramični senzor tlaka, ki je pritrjen v spodnjem delu ohišja.

Na tako opremljen spodnji del ohišja s senzorjem se zapečati zgornji del ohišja (3) z adhezivnim materialom, ki se nanese v kanal (17) ob robu spodnjega dela ohišja, ki oprime izbočeni rob zgornjega dela ohišja (19) ter s plastjo adhezivnega materiala (21) nanesenega na povezovalni del keramičnega senzorja tlaka. Plast adhezivnega materiala (21) prekriva zgornjo površino povezovalnega dela keramičnega senzorja tlaka okrog vhodne odprtine (9), ki se uporablja za dovod referenčnega ali merilnega tlaka preko tlačnega priključka (22). Ta povezava s tlačnim priključkom na ohišju zagotavlja hermetično ločitev komore z merjenim tlačnim medijem od referenčnega tlaka.

Povezava keramičnega senzorja tlaka, ki je s plastjo adhezivnega materiala (21) pritrjen na zgornji del ohišja in s plastmi adhezivnega materiala (20a), (20b) in (20c) pritrjen na spodnji del ohišja in notranjo pregrado (14), ki formira tlačni kanal (24) do tlačnega priključka (16) deli celo ohišje na dva ločena dela: hermetično zaprto komoro z merilnim tlačnim medijem v kateri štrli senzorski del (4) in komoro v kateri je povezovalni del (5) z elektronskimi komponenti in priključki zaščiten od vpliva okolice. Obenem je s tako izvedeno montažo senzorja v ohišju konzolna struktura senzorskega dela, ki štrli v tlačno komoro z merilnim medijem, mehansko izolirana od mehanskih napetosti, ki se prenašajo z ohišja.

Ohišje keramičnega senzorja tlaka je hermetično zaprto z združitvijo spodnjega in zgornjega dela ohišja z adhezivnim materialom (18), ki se nanese v ozkem kanalu (17) vdolanem v robu spodnjega dela ohišja, v katerega naseda izbočen del (19) izdelan v zgornjem delu ohišja (3). Zgornji del ohišja nosi tlačni priključek (22) za referenčni tlak, ki je preko kanala (10) povezan z votlino (7).

Značilnosti senzorskega modula, ki jih razkriva zgoraj podan opis izvedbenega primera v neodvisnih patentnih zahtevkih in priloženih skicah, lahko samostojno ali tudi v kateri koli kombinaciji omogočijo izvedbo izuma v različnih oblikah.

Patentni zahtevki

1. Senzorski modul s keramičnim senzorjem tlaka izdelanim v podolgovatem tri-dimenzionalnem keramičnem substratu, ki ima vsaj eno votlino, ki je zaprta z merilno membrano, na kateri so izdelani senzorski elementi na enem koncu substrata in z električnimi priključki in odprtino za referenčni tlak, ki je preko vsaj enega kanala v substratu povezana s to votlino, na drugem koncu substrata

in

je ta keramični senzor tlaka pritrjen v ohišje tako, da oblikuje konzolno strukturo v kateri je del senzorja z membrano na prosto štrlečem koncu

in

je ohišje razdeljeno na dve hermetično ločeni komori, od katerih je v eni merjeni medij in v drugi se nahaja del substrata na katerem so izdelani elektronika in priključki, tako da je del substrata z membrano v stiku z merilnim medijem na nasprotni strani membrane kot so senzorski elementi.

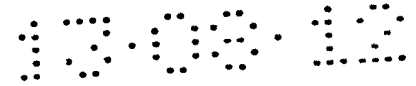
2. Senzorski modul po zahtevku 1, značilen po tem, da je v podolgovati obliki in da ima substrat ima zareze, ki delno ločijo senzorski del z membrano od povezovalnega dela z električnimi priključki in priključki za tlak

3. Senzorski modul po zahtevku 1 in 2, ki ima piezouporovne senzorske elemente, po možnosti z debeloplastne upore.

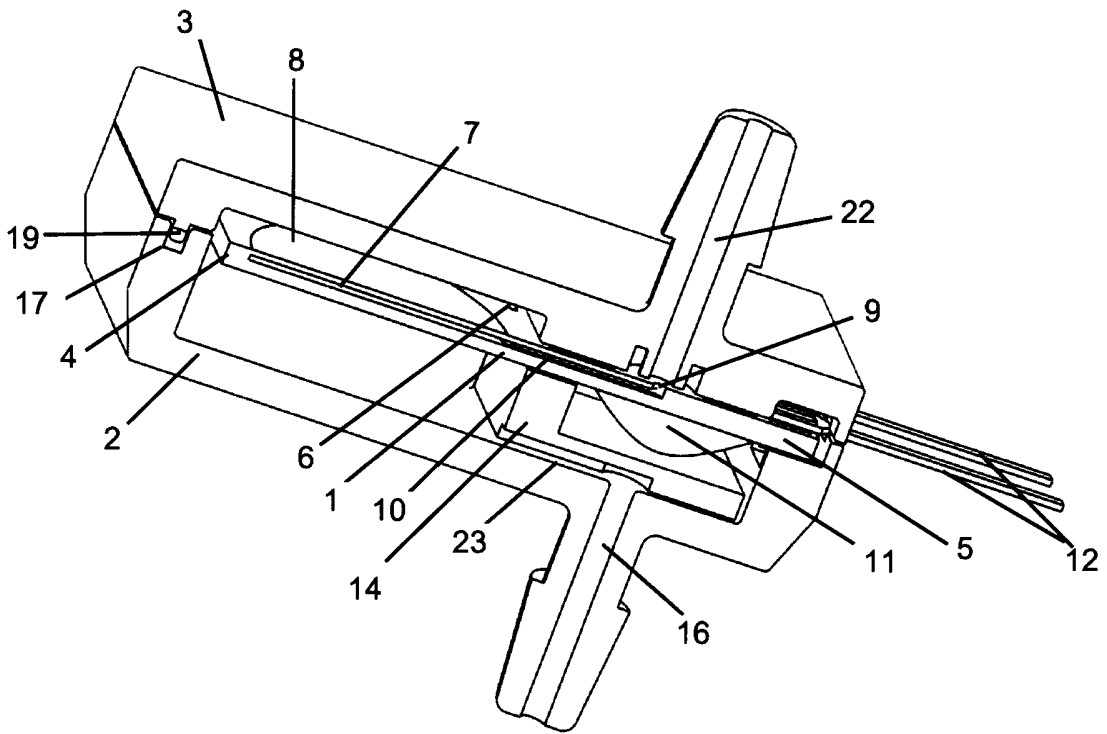
4. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih, ki ima poleg piezouporovnih senzorskih elementov na membrani tudi dodatne upore, ki niso na membrani in so po možnosti prekriti z zaščitno prevleko.

5. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih, ki ima elektronsko vezje za procesiranje senzorskega signala.

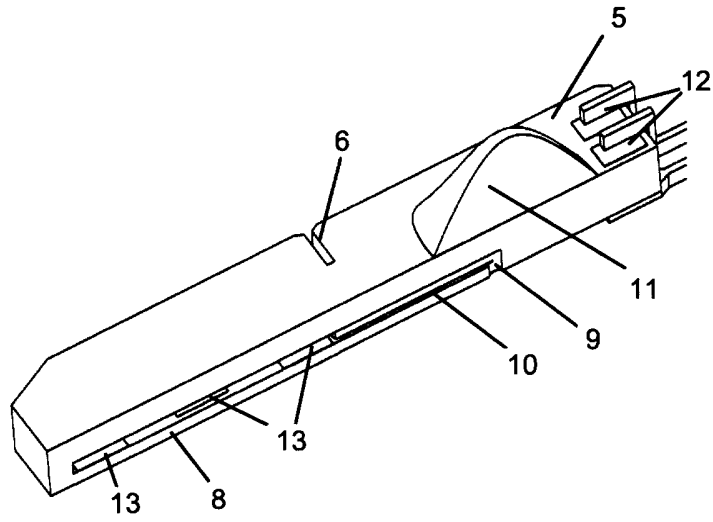
6. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih, ki deluje na kapacitivnem senzorskem principu.



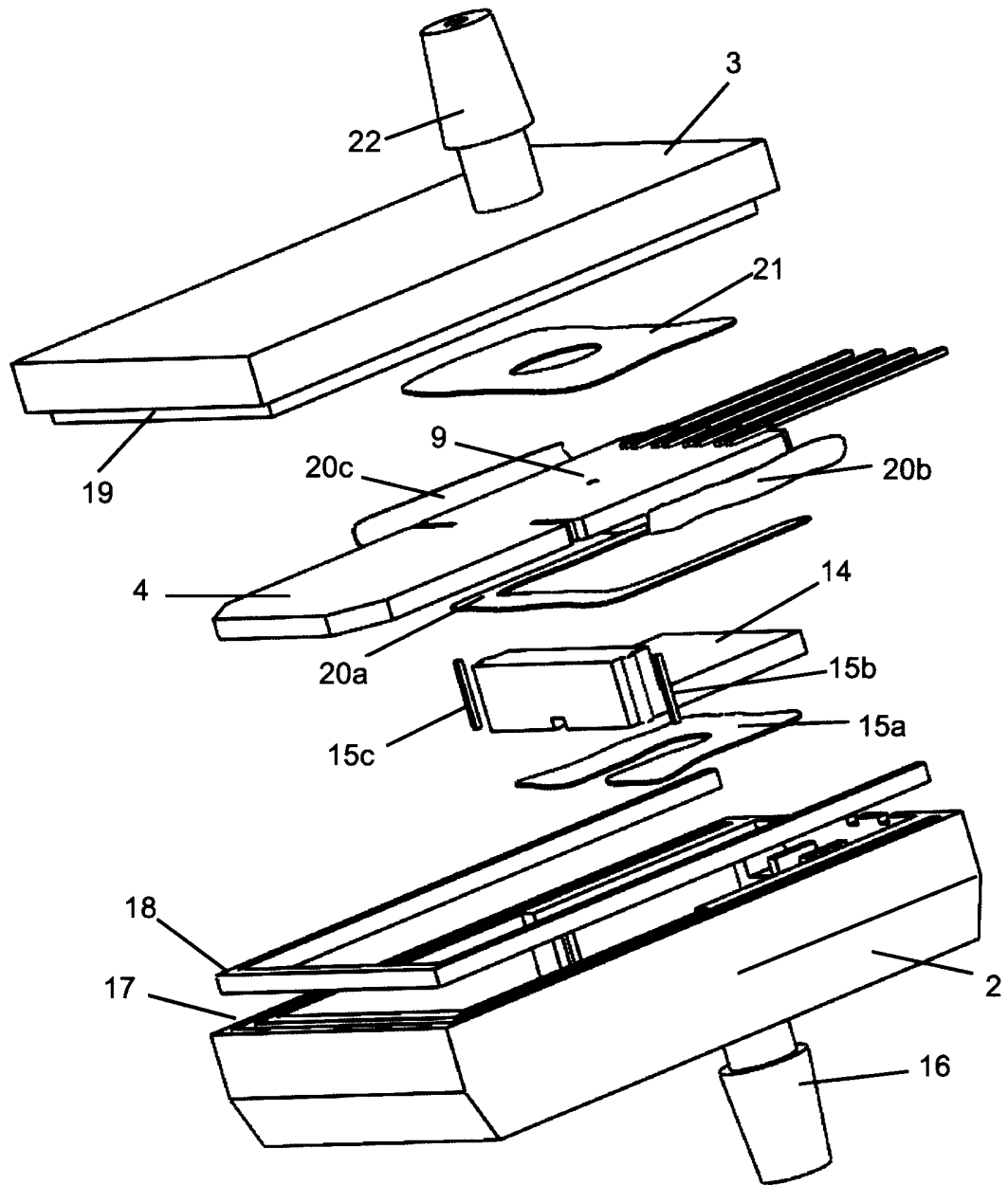
7. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih, v katerem je keramični senzor tlaka izdelan z uporabo LTCC ali HTCC tehnologije.
8. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih, v katerem je keramični senzor tlaka izdelan z uporabo keramičnih substratov, po možnosti Al₂O₃ in ali ZrO₂, ki so zvarjeni v tri-dimenzionalno keramično strukturo z uporabo stekla.
9. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih, v katerem je keramični senzor tlaka zaščiten s tankim anorganskim filmom, ki se nanaša z cmakanjem.
10. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih 1 do 8, v katerem je keramični senzor tlaka zaščiten s parylensko zaščito.
11. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih 1 do 9, v katerem je keramični senzor tlaka zaščiten s tankim organskim ali anorganskim filmom, po možnosti z uporabo nanotehnologije za tanke prevleke.
12. Senzorski modul po prejšnjih zahtevkih, za katerega je ohišje izdelano iz plastike, keramike in ali metala.



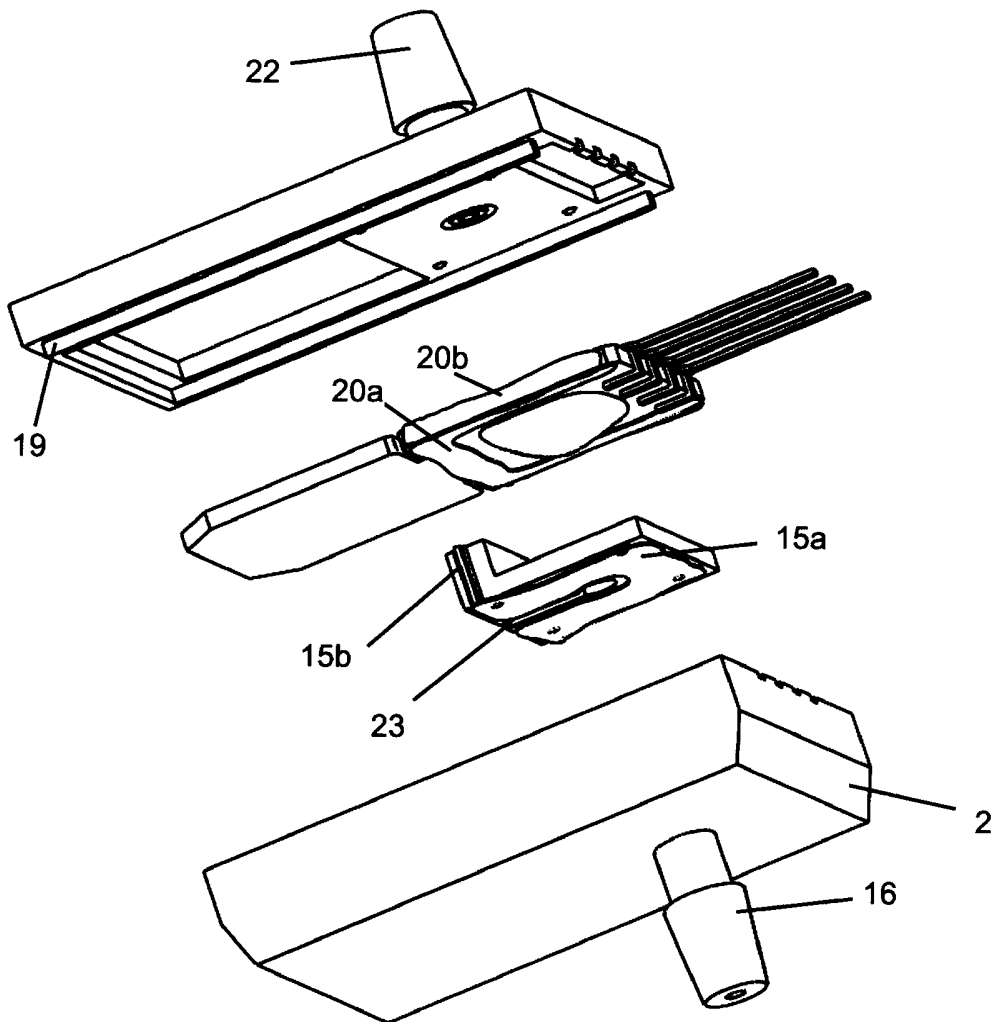
Slika 1



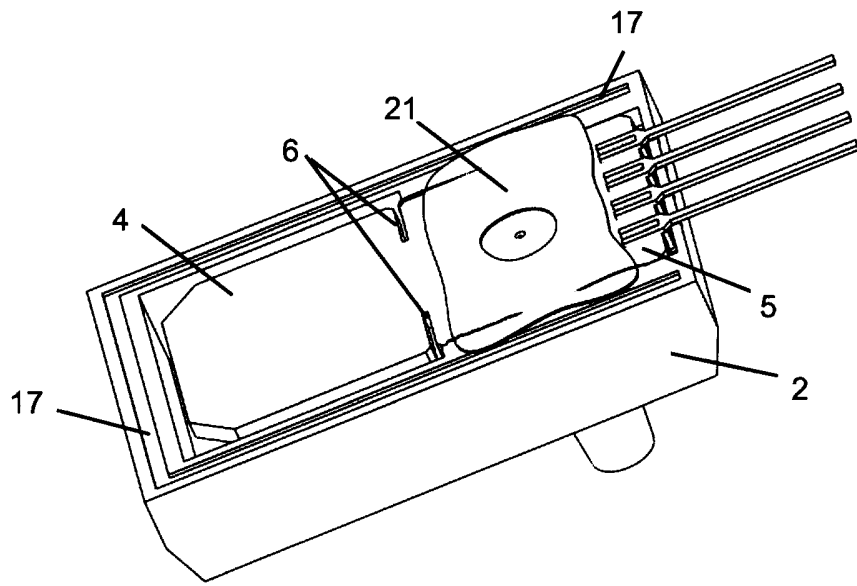
Slika 2



Slika 3



Slika 4



Slika 5