

(19) REPUBLIKA SRBIJA

(12) Patentni spis

(11) 52973 B



ZAVOD ZA
INTELEKTUALNU SVOJINU
BEOGRAD

(51) Int. Cl.
G 01 R 17/00 (2006.01)

(21) Broj prijave: **P-2010/0569**
(22) Datum podnošenja prijave: **28.12.2010.**
(43) Datum objavljivanja prijave: **31.10.2011.**
(45) Datum objavljivanja patenta: **28.02.2014.**
(30) Međunarodno pravo prvenstva:

(61) Dopunski patent uz osnovni
patent broj:

(62) Izdvojen patent iz prvobitne
prijave broj:

(73) Nosilac patenta:
**UNIVERZITET U NIŠU,
ELEKTRONSKI FAKULTET U NIŠU
Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, RS**

(72) Pronalazači:
**VRAČAR Ljubomir, mr;
VUČKOVIĆ Dušan;
PRIJIĆ Aneta, dr;
PRIJIĆ Zoran, dr**

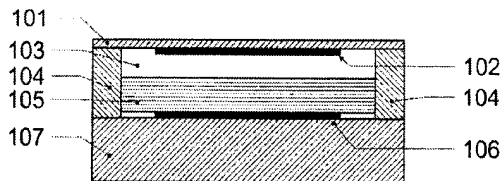
(74) Zastupnik:

(54) Naziv: **KAPACITIVNI SENZOR
PRITISKA SA VIŠESLOJNIM
DIELEKTRIKOM**

(51) Int. Cl.
G 01 R 17/00 (2006.01)

(57) Apstrakt:

Kapacitivni senzor pritiska sa višeslojnim dielektrikom ima za novost to što je kao dielektrični materijal upotrebljena kombinacija čvrstog dielektričnog materijala (105) i gasovitog dielektričnog materijala (103) koje se nalaze između elektroda (102) i (106). Upravo kombinacija dva dielektrična materijala (103) i (105) sa različitim dielektričnim konstantama obezbeđuje visoku osetljivost predloženog kapacitivnog senzora uz očuvanje njegove pouzdanosti pri radu.



RS 52973 B

Област технике на коју се патент односи

Проналазак припада класи G 01R 17/00 (2006.11) - МЕРЕЊЕ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОМЕЊИВИХ, МЕРЕЊЕ МАГНЕТНИХ ПРОМЕЊИВИХ

Технички проблем

Капацитивни сензори додира, као алтернатива механичким тастерима, познати су већ дужи временски период. Једноставнији су и јефтинији за масовну индустријску производњу од механичких прекидача, а при томе су веома поуздани при раду. Такође, дизајнерима дозвољавају велику слободу избора величине и облика тастера. С обзиром да немају покретних механичких делова, омогућавају пројектовање дизајна отпорног на влагу и прашину, што је од великог значаја за индустријску примену.

У пракси, конструктори капацитивних сензора додира се сусрећу са више проблема. Поред бројних проблема које треба решити, конструктори се најчешће срећу са проблемом осетљивости и поузданости сензора. Уколико се пројектује сензор са великом осетљивошћу постоји ризик непредвидивог рада сензора, односно да сензор детектује додир када он и не постоји. Ако се пак пројектује сензор чија је осетљивост мала, ризик од случајног детектовања додира је смањена али самим тим и поузданост у раду, јер овако пројектован сензор може понекад да не детектује додир.

Зато је значајно питање: како постићи велику осетљивост капацитивних сензора и при томе задржати поуздану детекцију додира?

Капацитивни сензор притиска са вишеслојним диелектриком

Стање технике

Стандардни капацитивни сензори додира поседују више значајних ограничења:

- У случају дизајна са више од једног тастера, стандардни капацитивни сензори додира не могу имати металну предњу маску. Разлог за то је што предња маска представља једну од облога кондензатора самог сензора, те у случају да је у целости израђена од метала, практично кратко спаја све тастере и тиме онемогућава детектовање притиснутог тастера.
- Присуство повећане влаге у ваздуху и капљица воде на површини сензора може изазвати лажна читавања.
- Како код стандардних капацитивних сензора додира сам корисник (односно прст којим се сензор додирује) представља једну од облога сензорског кондензатора, неопходан је добар електрични контакт са предњом маском сензора. То у пракси значи да ће читавања сензора у многоме зависити од површине области која се додирује, као и то да је готово немогуће детектовати додир уколико корисник носи дебеле рукавице (индустријска примена).
- Немогуће је имплементирати *Braille*-ву азбуку за особе са слабијим видом јер сваки додир активира сензор.

Из свега наведеног јасно је да капацитивни сензори додира, иако поседују бројне предности у односу на механичке тастере, имају низ озбиљних ограничења, поготову када је реч о индустријској примени.

Као једно од могућих решења горе наведених проблема, многи аутори су предложили комбиноване сензоре додира и близине објекта (патентна пријава US20060001655A1 публикована 5.1.2006.), као капацитивне сензоре притиска (патентна пријава WO2010062555A1 публикована 3.6.2010. и WO2010115131A2 публикована 7.10.2010.).

У патентној пријави US20060001655A1 описан је сензор близине комбинован са сензором додира. Комбиновањем два сензора аутори су желели да реше проблем осетљивости сензора. Предметни проналазак се састоји само од једног сензора и детектује притисак, не додир. Патентне пријаве WO2010062555A1 и WO2010115131A2 описују капацитивне сензоре притиска који су сличне конструкције као и предметни патент. Основни проблем који имају предложени сензори притиска је осетљивост. Наиме, да би овакви сензори могли успешно да замене сензоре додира неопходно је да поседују велику осетљивост на притисак, односно да им је релативна промена капацитета у односу на примењени притисак велика. Са друге стране, при јако малим примењеним притисцима треба да су слабо осетљиви како не би дошло до њиховог случајног активирања. За разлику од поменутих патентних пријава, предметни проналазак уводи вишеслојни диелектрични материјал и тиме постиже значајно већу осетљивост и поузданост у односу на поменуте патентне пријаве.

Капацитивни сензор притиска са вишеслојним диелектриком

Кратко излагање суштине проналаска

Предметни проналазак описује капацитивни сензор притиска конструисан тако да се користи вишеслојни диелектрик, при чему је за горњи слој, онај који се налази одмах испод горње електроде која се притиска, узет ваздух, гас или мешавина гасова, а за доњи диелектрик у чврстом стању који може бити сачињен и од више слојева. Оваква комбинација диелектричних слојева обезбеђује истовремено велику осетљивост и поузданост при раду сензора.

Кратак опис слика нацрта

Слика 1 – представља попречни пресек сензора

Слика 2 – представља попречни пресек дела сензора

Слика 3 – представља дијаграм релативних промена капацитета сензора са различитим диелектричним слојевима у функцији помераја горње електроде сензорског кондензатора

Детаљан опис проналаска

Слика 1 – представља попречни пресек сензора, где је: горња површина 101 сензора израђена од електрично непроводног материјала одговарајуће еластичности, горња електрода 102 израђена од електрично проводног материјала, простор 103 испуњен гасом или мешавином гасова, одстојник 104 израђен од електрично непроводног материјала, диелектрик 105 у чврстом стању сачињен од једног или више слојева, доња електрода 106 израђен од електрично проводног материјала и подлога 107 сензора задовољавајуће механичке чврстоће.

Слика 2 – представља попречни пресек дела сензора са назначеним капацитивностима 201 и 202 појединих диелектричних слојева.

Слика 3 – представља дијаграм релативних промена капацитета сензора са различитим диелектричним слојевима у функцији помераја горње електроде сензорског кондензатора, као илустрација узета на конкретном примеру реализованих сензора.

Капацитивни сензор притиска реализован је у виду равног плочастог кондензатора са вишеслојним диелектриком. Састоји се од електроде 102 причвршћене испод горње сензорске површине 101 и електроде 106 причвршћене на подлогу сензора 107. Изнад доње електроде 106 налази се диелектрични материјал 105 у чврстом стању и диелектрични материјал 103 у гасовитом стању. Електроде 102 и 106 начињене су од електрично проводног материјала (металне фолије, проводна метална паста, део проводне површине штампане плоче, и сл.), и међусобно су раздвојене одстојником 104 од електрично непроводног материјала. Подлога сензора 107 израђена је или од електрично непроводног материјала (FR4-материјал за израду штампаних плоча,

Капацитивни сензор притиска са вишеслојним диелектриком

керамика, пластична плоча, стакло), или од електрично проводног материјала при чему је онда практично део доње електроде 106.

Управо постојање вишеслојног диелектричног материјала 105 и 103, при чему је један слој материјала у гасовитом а други у чврстом агрегатном стању доводи до жељених карактеристика предложеног сензора. Како је еквивалентна капацитивност редне везе два или више кондензатора 201 и 202 увек мања од најмање капацитивности у овој вези, постојање гасовитог диелектрика у овом сензору значајно утиче на понашање капацитивности сензора у зависности од положаја горње електроде 102. Када се на горњу површину сензора 101 примени сила долази до њене деформације и смањења растојања горње електроде 102 од чврстог диелектричног материјала 105. Тиме се нагло смањује утицај гасовитог диелектричног материјала 103 (чија је релативна диелектрична константа блиска 1) а повећава утицај чврстог диелектричног материјала 105 (чија релативна диелектрична константа зависи од материјала од кога је начињен али је увек већа од 1) што изазива нагло повећање капацитивности сензора.

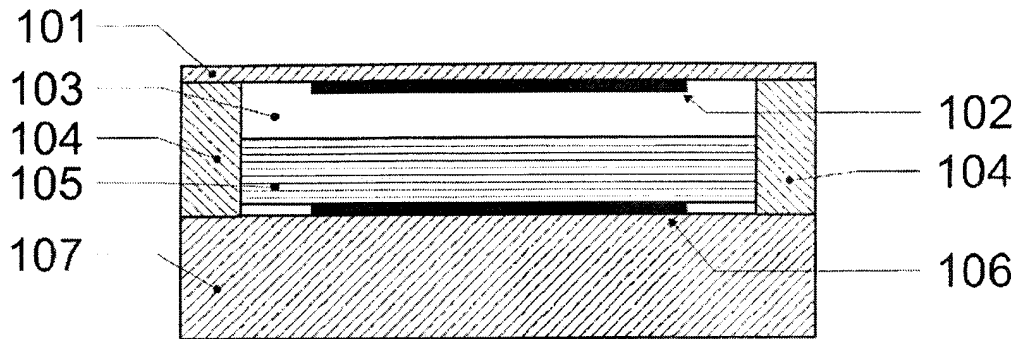
Како би се илустровао овај ефекат узета су три сензора са идентичним почетним размаком између електрода 102 и 106 и идентичном површином сензорских елемената а са различитом реализацијом диелектрика (слика 3). Један сензор имао је простор између електрода 102 и 106 потпуно испуњен диелектриком релативне диелектричне константе $\epsilon_r > 1$, док је за други референтни сензор као диелектрик узет ваздух. Због адекватног поређења релативна диелектрична константа чврстог диелектрика код предметног проналаска такође била ϵ_r али је код овог сензора простор између горње површине и капацитивног сензорског елемента био делимично испуњен ваздухом а делимично чврстим диелектриком. Примењени притисак изазивао је деформацију горње површине сензора 101 и промену капацитивности сензора. Слика 3 показује да је релативна промена капацитивности прва два референтна сензора иста и максимално износи око 20% док је максимална релативна промена капацитивности предметног проналаска скоро 120%.

Начин индустријске и друге примене проналаска

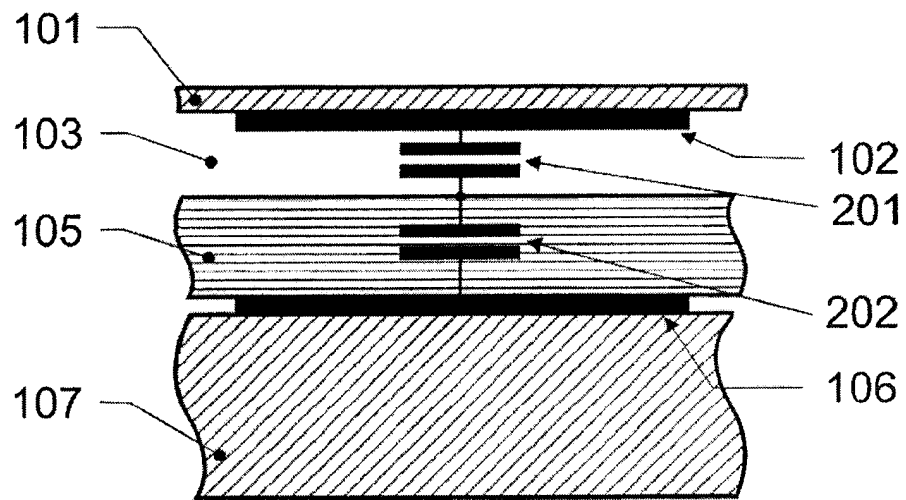
Предметни проналазак се може употребити за израду капацитивних сензора притиска или тастера. Показано је да је захваљујући нелинеарној карактеристици предметни проналазак посебно погодан за израду робусних тастера за употребу у индустријским условима експлатације.

Патентни захтеви

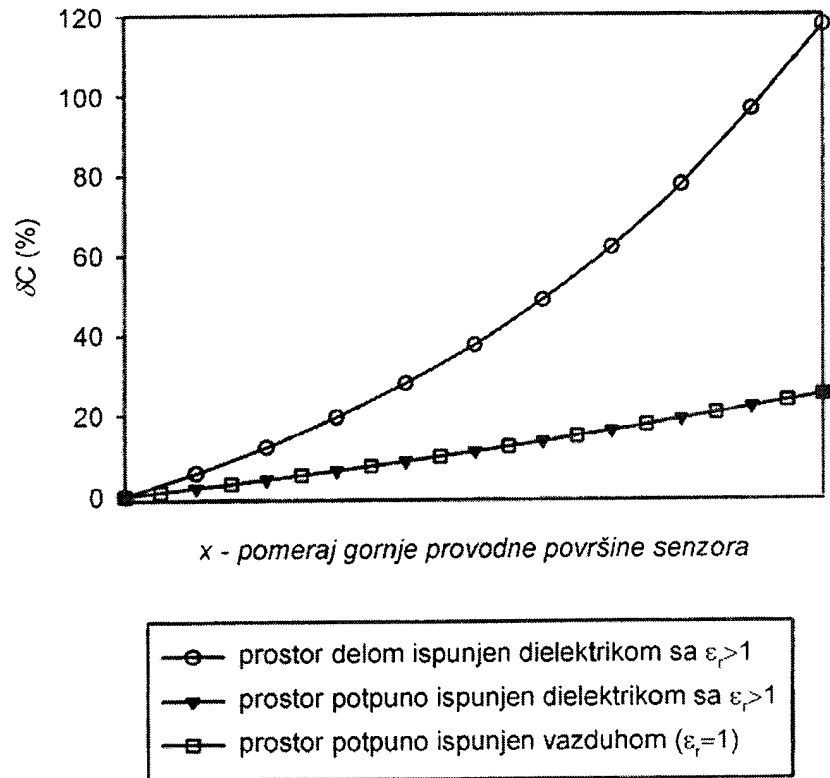
1. Капацитивни сензор притиска са вишеслојним диелектриком, који се састоји од подлоге сензора 107, електрода 102 и 106, одстојника 104 који раздваја электроду 102 и электроду 106 и од горње површине 101 сензора, **назначен тиме**, да се између електроде (102) и електроде (106) налази диелектрични материјал (105) у чврстом агрегатном стању и изнад њега диелектрични материјал (103) у гасовитом агрегатном стању.
2. Капацитивни сензор притиска са вишеслојним диелектриком према захтеву 1, **назначен тиме**, да су подлога (107), електроде (102) и (106) и диелектрични слој (105) израђени у технологији штампаних плоча.



Слика 1



Слика 2



Слика 3