

Прототип:

Прототип RF индуктора добијених коришћењем наночестичног мастила на флексибилној подлози

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: др Александар Менићанин

Аутори: Александар Менићанин

Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београд
Мирјана Дамњановић, Љиљана Живанов, Андреа Марић
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TR-32016

Година: 2013-2014.

Примена: новембар 2015.

Кратак опис

Пасивне електронске компоненте имају значајну улогу у пројектовању електронских уређаја. Развојем флексибилне електронике како у свету, тако и код нас, појавиле су се потребе и за пасивним компонентама на флексибилним подлогама. RF индуктори на флексибилним подлогама су добијени инкдет штампом коришћењем наночестичног мастила. Представљен је комплетан поступак израде прототипа RF индуктора, почевши од пројектовања, и симулација, па до саме производње и карактеризације.

Техничке карактеристике:

Копланарни индуктори су штампани на флексибилним пластичним подлогама дебљине 75 μm . Копланарни индуктори су рађени инкдет технологијом са наночестичним сребрним мастилом у једном слоју. Копланарни индуктори имају 1, 1,5 и 3 завојка и димензије ширине линије су 200 μm и 100 μm . Коначне димензије индуктора су: (1.8 mm \times 2.0 mm \times 0.075 mm), (2.2 mm \times 2.0 mm \times 0.075 mm), (3.4 mm \times 2.0 mm \times 0.075 mm) и (1.7 mm \times 1.0 mm \times 0.075 mm).

Техничке могућности:

Индуктори имају високу радну учестаност, до 18. GHz. Меандар индуктори су пројектовани у једном слоју са индуктивностима од 1.72 nH до 4.31 nH (на 3 GHz) и са високом сопственом резонантном учестаношћу од 8.637 GHz и 7.375 GHz, респективно. Индуктори су малих димензија; за индуктор од 2.107 nH димензије су (1mm x 1.7mm x 0.075mm).

Ова технологија омогућава прављење филтара који могу да буду примењивани у високо фреквентним опсезима.

Реализатори:

Институт за мултидисциплинарна истраживања – ИМСИ, Факултет техничких наука – ФТН

Корисници:

Институт за мултидисциплинарна истраживања – ИМСИ, Факултет техничких наука – ФТН, ИРИТЕЛ А.Д., Београд

Подтип решења:

Лабораторијски прототип (M85)

Увод - Стање у свету

ИНК-цет штампана технологија користи директно штампање металних линија на бази наночестица мастила од сребра, и тако превазилази недостатке физичких метода депозиције танких филмова као што су вакуумско напаравање, спатеровање, електрохемијска депозиција и други сложени поступци. Такође се на овај начин избегава и потреба за поступком фотолитографије. Развој овог технолошког процеса омогућује масовну индустријску производњу звану *reel-to-reel*, и *large area electronics*. Ово све доводи до масовне јефтине производње електронских кола и компоненти. Предности инк-цет штампане технологије у поређењу са другим фабрикационим процесима су смањење отпада, адитива, скраћење поступака у изради, нема потребе за маскама и смањује се време израде.

Штампана електроника пружа широку лепезу могућности примене захваљујући многим предностима које нуди у односу на конвенционалу електронику, као што је ниска цена и једноставна производња. Ова технологија је нашла примену у многобројним апликацијама, од екрана и осветљења, до RFID-а, сензора и батерија. Глобално тржиште штампане електронике достигло је 24-25 милијарди \$ до 2015. године. Повећање минијатуризације (увођењем нових технолошких поступака) и флексибилност које нуди ова нова технологија за производњу електронских компоненти и кола доводи до њене примене у различитим секторима као што су телекомуникације, индустрија амбалаже, аутомобилска индустрија, медицина што с друге стране подстиче потражњу за флексибилним електронским производима на тржишту. Постоје значајне могућности за раст пласмана штампане електронике код крајњих корисника на тржиштима као што су електроника у роби широке потрошње, војна индустрија, енергетика, здравство и логистика.

Штампани проводници мале отпорности су од кључног значаја за развој ултра јефтиних електронских система и компоненти, као што су индуктори са великим фактором добротe, кондензатори, подесива кола и везе. Због тога смо дизајнирали копланарне таласоводне (*CPW – Coplanar Waveguide*) индукторе без доње метализације. Циљ овог истраживања је да пренесе знање претходно стечено у не-флексибилним технологијама. До сада смо развили индукторе типа меандар у технологији ниско температурне заједно печене керамике (*LTCC – Low Temperature Co-Fired Ceramics*), и различите типове индуктора у *Co-processing* технологији. Сва искуства стечена у овим технологијама помогла су овладавању поступцима пројектовања и израде у инкцет технологији.

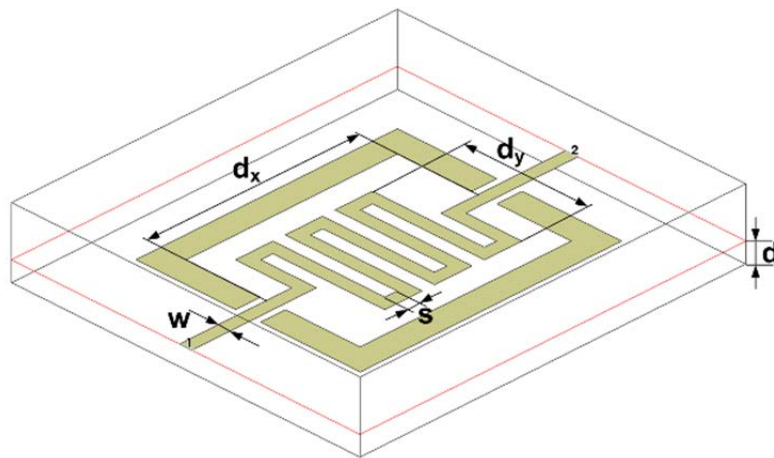
Нови RF индуктори на флексибилним подлогама – пројектовање, симулација и фабрикација

Електрична отпорност проводних штампаних линија зависи од низа фактора: врста нано честица, дебљине штампаног слоја и температуре печења. Дебљина штампања зависи од: порозности подлоге, величине капљице приликом штампања, температуре подлоге и вискозности проводног мастила.

Пројектовање, моделовање и симулације CPW индуктора су рађене у програмском пакету Microwave office (MWO, AWR Corp), користећи електромагнетни симулатор.

Пројектовани индуктори су двопортни типа меандар са 1, 1.5 и 3 завојка. Ширина проводне линије је 200 μm и 100 μm . Око CPW индуктора је постављена маса у облику два полупрстена, која замењује класичну метализацију са доње стране структуре. Овако пројектоване структуре се праве ради једнослојних фабрикационих процеса и мање цене.

Пројектовани индуктори на флексибилној подлози су представљени на Слици 1. Сви геометријски параметри од интереса су јасно назначени: ширина проводне линије w , растојање између сегмената s , спољашње димензије индуктора d_x и d_y , дебелина подлоге d .



Слика 1. Геометријски 3D модел меандар копланарног индуктора са три завојака (моделован у MWO).

Геометријски параметри овде представљених копланарних индуктора су приказани у табели 1. У зависности од броја завојака n ми пројектујемо вредност индуктивности која директно утиче на коначне димензије структуре.

ТАБЕЛА 1.

ГЕОМЕТРИЈСКИ ПАРАМЕТРИ ФАБРИКОВАНИХ КОПЛАНАРНИХ ИНДУКТОРА ТИПА МЕАНДАР

	CPW1x200	CPW1.5x200	CPW3x200	CPW3x100
n (број завојака)	1	1.5	3	3
d_x (mm)	1.8	2.2	3.4	1.7
d_y (mm)	2	2	2	1
d (μm)	75	75	75	75
s (μm)	200	200	200	100
w (μm)	200	200	200	100

n – број завојака,

w – ширина проводне линије,

s – размак између суседних сегмената,

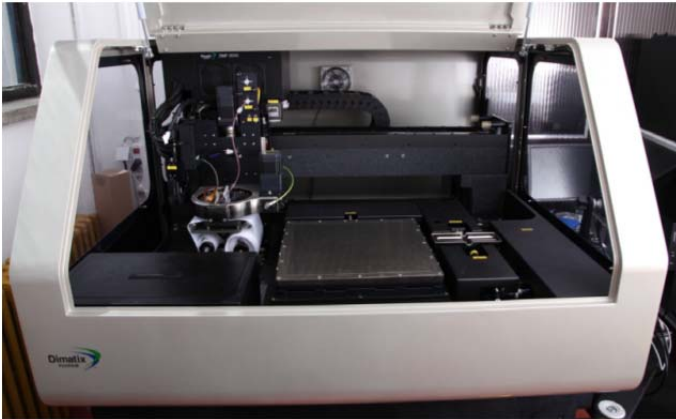
d_x, d_y – спољашње димензије индуктора,

d – дебелина подлоге.

Карактеристике материјала коришћеног за производњу индуктора утичу на њихове особине. Утицаји који су од већег значаја за пројектовање ових структура су параметри подлоге, као што су тангенс диелектрични губитака ($\tan \delta$) и релативна пермитивност (ϵ_r). Штампања електроника користи различите технике штампања, и то *ink-жет*, *сито-штампа*, *flexography*, *гравура*, *литографија* и још многе друге технике штампања развијене у складу са тржишним захтевима. Технологија штампане електронике користи проводна и диелектрична мастила. Пластика и папир су подједнако коришћене подлоге за развој и прозводњу штампане електронике.

CPW индуктори су штампани на полиимидној подлози (дебљине 75 μm) са сребрним мастилом од нано честица, користећи инк-жет штампач DMP-3000, који је приказан на слици 2. Величина капљице сребрног мастила и размак између њих одређује која ће бити дебелина слоја

одштампана. Коришћена је пластична фолија као супстрат која има $\tan \delta = 0.0019$ и $\epsilon_r = 3.2$. На слици 3 су приказане CPW индукторске структуре одштампане на флексибилној подлози.



Слика 2. Диматикс штампач DMP 3000.



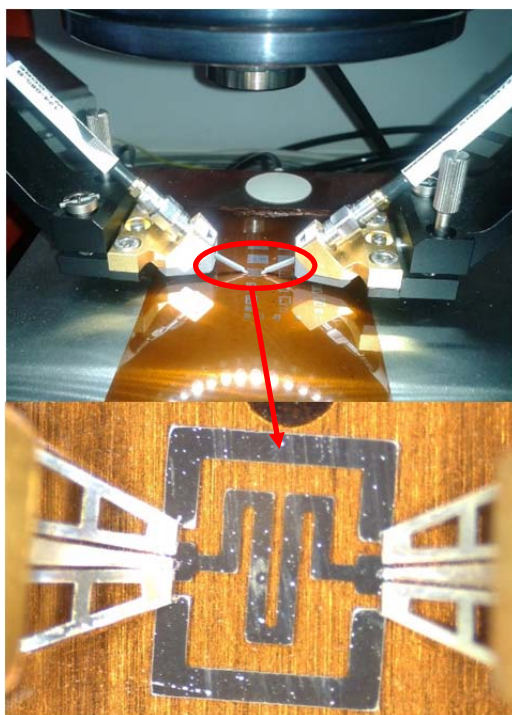
Слика 3. Ink-џет штампани копланарни индуктор на флексибилној подлози (увећан приказ).

Овде коришћено сребрно мастило од нано честица садржи полимерни омотач који држи честице у колоидној суспензији (SunTronic Jetable Silver U5603 и U5714, са 20% и 40% удела сребра у мастилу). Такође су комерцијално доступна и нано честична мастила од других проводних материјала, као што је злато. Када се сребрно мастило одштампа, оно се пече на ниској температури (100-300 °C) за формирање електричних проводних линија. То је потребно јер се користе ниско температурне подлоге, као што су папир и полиимид.

Након процеса штампања, структуре се стављају у пећ за печење на 200 °C/40 min. Проводност проводног мастила се креће у опсегу од $0.4-2.5 \times 10^7$ S/m у зависности од температуре печења. Очекивана вредност проводности сребрног мастила након процеса печења је испод 1×10^7 S/m.

Резултати симулација и мерења нових RF индуктора на флексибилним подлогама

Реализоване структуре су мерене са векторским анализатором мрежа (VNA) *Agilent N5230A PNA-L*, испитном станицом *Süss MicroTec PM5* и копланарним маса-сигнал-маса *Cascade Microtech* сондама ($|Z|$ probes). Мерни систем је калибрисан користећи SOLT (*Short-Open-Load-Thru*) калибрациону технику и *Cascade Microtech*-ов калибрациони супстрат. Резултати мерења су представљени у фреквентном опсегу од 1 GHz до 35 GHz. Мерни систем и један моменат мерења као и део испитиване структуре увећан под микроскопом, су приказани на слици 4.



Слика 4. Мерни систем и структуре у једном тренутку мерења.

Након процеса калибрације мерног система, урађена су мерења S -параметара штампаних CPW индуктора. Из S -параметара могу да се екстрахују основни електрични параметри пројектованих индуктора, као што су индуктивност и Q фактор. Из S -параметара, преко Y и Z матрице добијамо ефективне вредности индуктивности и Q фактора.

Ефективна вредност индуктивности L и ефективни фактор добротe Q код двопортних мерења могу да се израчунају коришћењем улазну импедансу преко Y параметара као

$$L = \frac{\text{Im}\left(\frac{4}{Y_{11} + Y_{22} - Y_{12} - Y_{21}}\right)}{2\pi f}, \quad (1)$$

$$Q = -\frac{\text{Im}(Y_{11} + Y_{22} - Y_{12} - Y_{21})}{\text{Re}(Y_{11} + Y_{22} - Y_{12} - Y_{21})}. \quad (2)$$

Код симетричних мрежа (или компонената), као што је случај са овим CPW индукторима, Y_{22} и Y_{21} су приближно исти са Y_{11} и Y_{12} , респективно. Имајући ово у виду, уводећи ове апроксимације, претходне једначине могу бити представљене као

$$L \cong \frac{\text{Im}\left(\frac{2}{Y_{11} - Y_{12}}\right)}{2\pi f},$$

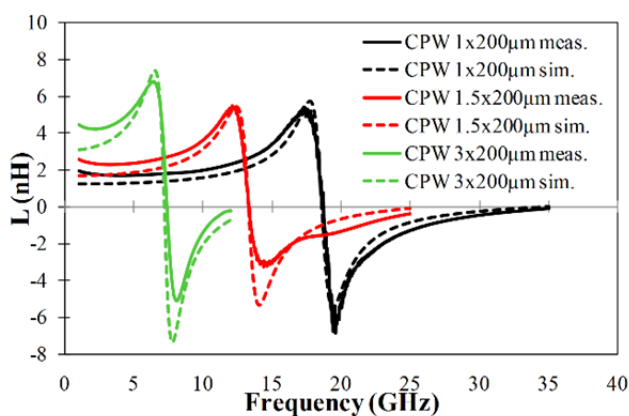
$$Q \cong -\frac{\text{Im}(Y_{11} - Y_{12})}{\text{Re}(Y_{11} - Y_{12})}.$$

У табели II су приказане упоредне вредности екстрахованих параметара копланарног индуктора добијених мерењем и симулацијом.

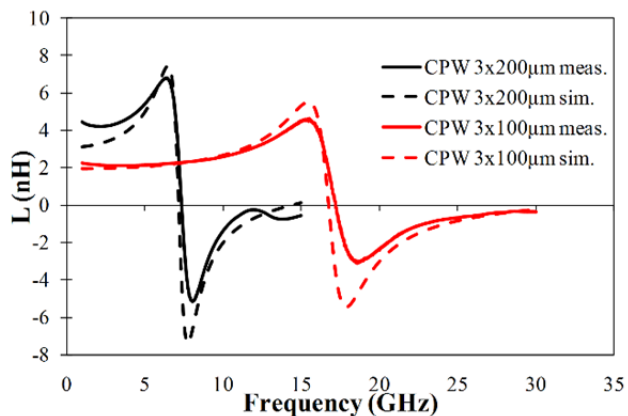
Табела II. Екстраховани параметри из мерених и симулираних вредности CPW индуктора.

	Measurement results				Simulation results			
	CPW 1x200	CPW 1.5x200	CPW 3x200	CPW 3x100	CPW 1x200	CPW 1.5x200	CPW 3x200	CPW 3x100
L at 3 GHz (nH)	1.723	2.311	4.310	2.107	1.230	1.750	3.531	1.987
SRF (GHz)	18.64	13.304	7.375	17.19	18.55	13.3	7.290	16.75
Q_{max}	3.588	3.167	2.231	2.953	5.1	3.35	2.29	2.934
$f_{Q_{max}}$ (GHz)	10.286	6.27	3.656	9.487	10.75	7.5	4.2	9.55

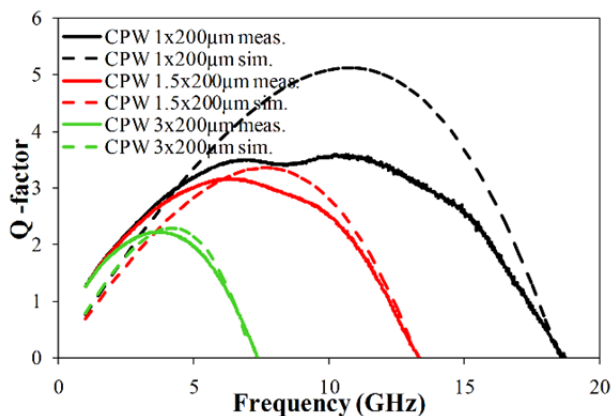
Експериментални резултати и симулиране вредности CPW индуктора у флексибилној технологији, као што су индуктивност и Q-фактор, су представљени на сликама 5 и 6. Из ових резултата видимо слично понашање штампаног индуктора са индукторима израђеним у другим технологијама, као и добро слагање мерених и симулираних вредности параметара.



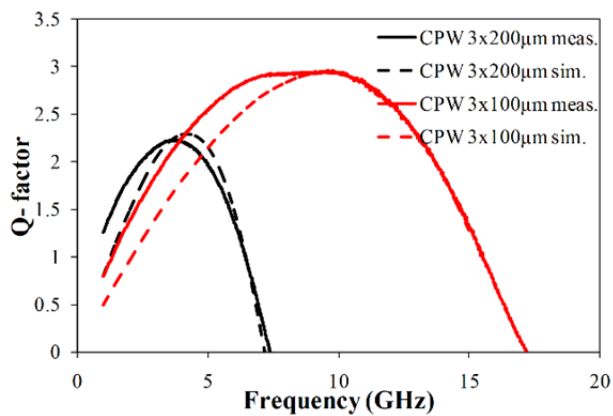
Слика 5. Индуктивност копланарних меандар индуктора од 200 μm ширине проводне линије са 1, 1.5 и 3 завојка, мерени и симулирани резултати.



Слика 7. Индуктивност копланарних меандар индуктора од 200 μm и 100 μm ширине проводне линије са 3 завојка, мерени и симулирани резултати.



Слика 6. Фактор доброте (Q фактор) копланарних меандар индуктора од 200 μm ширине проводне линије са 1, 1.5 и 3 завојка, мерени и симулирани резултати



Слика 8. Фактор доброте (Q фактор) копланарних меандар индуктора од 200 μm и 100 μm ширине проводне линије са 3 завојка, мерени и симулирани резултати.

Израчунате су вредности ефективне индуктивности (на 3 GHz), резонантне фреквенције, максимума фактора доброте Q, као и фреквенције на којој се види максимална вредност фактора доброте $f_{Q_{max}}$. Вредности ових параметара добијене из екперименталних података и резултата симулације за све копланарне индукторе представљени су у табели II.

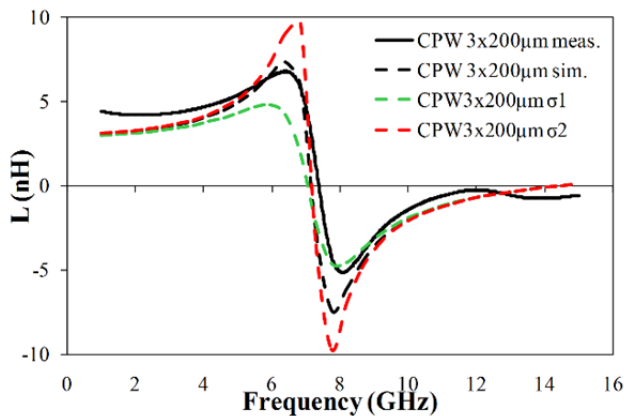
Мерена и симулирана вредност индуктивности и фактора доброте копланарних индуктора са ширином проводне линије 200 μm и 100 μm (CPW3x200 μm and CPW3x100 μm), са три завојка, су

представљени на сликама 7 и 8. Као што може да се види, индуктор CPW3x100 μm има највећу радну фреквенцију, али најмању индуктивност. Фактор доброте је већи за структуре са мањом површином, као што је CPW3x100 μm .

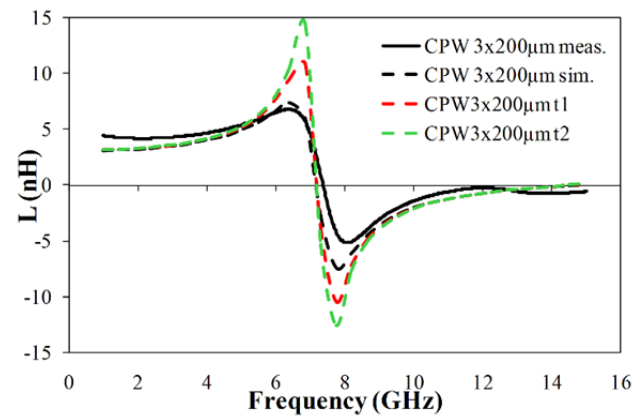
Добијене вредности индуктивности и фактора доброте CPW 3x200 μm индуктора се веома добро поклапају са параметрима индуктора сличних димензија у керамичкој со-processing технологији.

Основна предност ових копланарних индуктора на флексибилним подлогама је већа фреквенција максимума фактора доброте (3.656 GHz и 0.5 GHz).

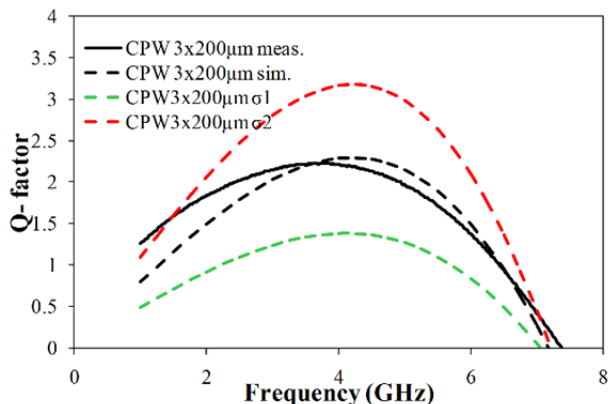
Утицај проводности и дебљине штампаног слоја на карактеристике копланарних менадар индуктора



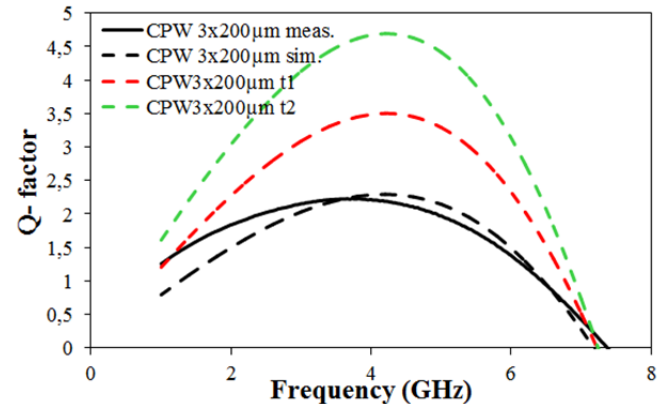
Слика 9. Индуктивност копланарних менадар индуктора од 200 μm ширине проводне линије са 3 завојка, са различитом проводношћу сребрног слоја, мерени и симулирани резултати.



Слика 11. Индуктивност копланарних менадар индуктора CPW3x200 μm са различитом дебљином сребрног слоја на флексибилној подлози.



Слика 10. Фактор доброте (Q фактор) копланарних менадар индуктора од 200 μm ширине проводне линије са 3 завојка, са различитом проводношћу сребрног слоја, мерени и симулирани резултати.



Слика 12. Фактор доброте (Q фактор) копланарних менадар индуктора CPW3x200 μm са различитом дебљином сребрног слоја на флексибилној подлози.

Слика 9 приказује три симулационе и једну мерену криву индуктивности копланарног индуктора CPW3x200 μm . Симулациони резултати су добијени за различите вредности проводности сребрног слоја. Симулирана крива, нпр. CPW3x200 μm sim., је добијена за вредност проводности од 5×10^6 S/m.

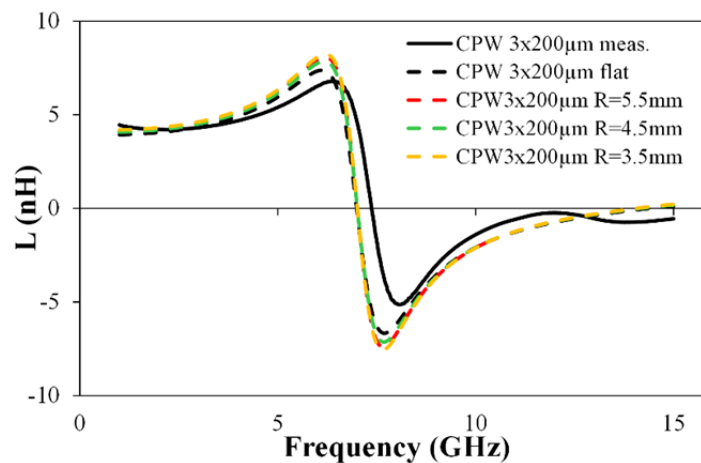
Криве CPW3x200 μm σ_1 и σ_2 су добијене за вредности проводности 3.5×10^6 S/m и 7.5×10^6 S/m. За исте вредности проводности добијене су вредности фактора доброте (слика 10). Закључује се

да проводност сребрног слоја утиче значајније на фактор доброте него на индуктивност копланарних индуктора. Вредности проводности су изабране из произвођачке спецификације наночестичног сребрног мастила.

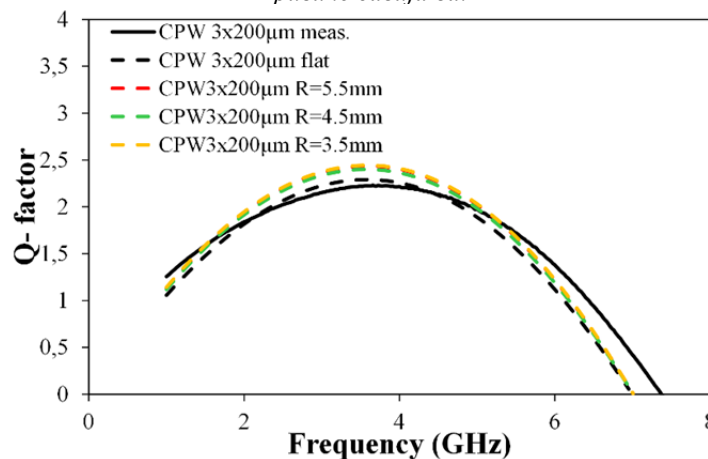
Слика 11 приказује три симулационе и једну мерену криву индуктивности копланарног индуктора CPW3x200 μ m. Симулациони резултати су добијени за различите вредности дебљине сребрног слоја. Симулирана крива, нпр. CPW3x200 μ m sim., је добијена за дебљину сребрног слоја од 0.5 μ m. Криве CPW3x200 μ m t1 и t2 су добијене за вредности дебљине сребрног слоја 0.75 μ m и 1 μ m. За исте вредности дебљине сребрног слоја, добијене су вредности фактора доброте (слика 12). Дебљина сребрног слоја има већи утицај на фактор доброте копланарног индуктора него на индуктивност копланарног индуктора.

Флексибилност копланарних меандар индуктора

Да бисмо разумели ефекте савијања на РФ карактеристике копланарних меандар индуктора (видети слику 1), симулирана је компонента под одређеним условима савијања у програмском пакету CST Microwave Studio® (Computer Simulation Technology). Сlike 13 и 14 представљају 4 симулационе и једну мерену криву индуктивности и фактора доброте равног и савијеног копланарног индуктора у различитим положајима (са 3.5, 4.5 и 5.5 mm пречником савијања). Када је индуктор савијен, облик индуктора се мало деформише и подлога трпи неко напрезање.



Слика 14. Индуктовност CPW3x200 μ m индуктора у нормалном и савијеном стању са различитим пречницима кривине савијања.



Слика 15. Фактор доброте CPW3x200 μ m индуктора у нормалном и савијеном стању са различитим пречницима кривине савијања.

У вези са тим, растојање између сегмената се незнатно смањује, што доводи до незнатног повећања укупне индуктивности L копланарног индуктора. Повећање индуктивности узрокује благо смањење сопствене резонантне учестаности (паразитна капацитивност није утицала код савијања). Како је површина индуктора веома мала у односу на радијус савијања, утицај савијања није значајан и као такав индуктор може да се користи и под условима савијања.

Закључак и примена резултата

Детаљно су представљени дизајн и симулација, затим је описана технологија штампе прецизно дефинисани копланарни индуктори штампани на флексибилним подлогама користећи наночестично сребро у технологији инкџет штампе. Меандар индуктори су пројектовани у једном слоју са индуктивностима од 1.72 nH до 4.31 nH (на 3 GHz) и са високом сопственом учестаношћу од 8.637 GHz and 7.375 GHz, респективно. Индуктори су малих димензија; за индуктор од 2.107 nH димензије су (1mm x 1.7mm x 0.075mm).

Ова технологија омогућава прављење филтара који могу да буду примењивани у високо фреквентним опсезима. Пластичне подлоге су супериорне у односу на силицијумске у смислу да су непроводне, што ће ограничити утицај других механизма губитака као што су вртложне струје.

Одавде се види да је инкџет штампана технологија погодна за производњу копланарних индуктора са одличним високофреквентним особинама, малим димензијама и јефтином производњом.

Прототип RF индуктора добијених коришћењем наночестичног мастила на флексибилној подлози развијени су у ИМСИ-у и ФТН-у у оквиру текућег технолошког пројекта бр. ТР-32016 код Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

Штампано – новембар 2015.



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕРНАСНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: _____
Ваш број: _____
Датум: 2015-11-26

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 1. редовној седници одржаној дана 01.10.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 12.2.7: У циљу верификације новог техничког решења предлажу се рецензенти:

- Др Данијела Рађеновић, ИХТМ Универзитет у Београду
- Др Ђурађ Будимир, University of Westminster, Лондон

ПРОТОТИП RF ИНДУКТОРА ДОБИЈЕНИХ КОРИШЋЕЊЕМ НАНОЧЕСТИЧНОГ МАСТИЛА НА ФЛЕКСИБИЛНОЈ ПОДЛОЗИ

Аутори: Александар Менићанин, Мирјана Дамњановић, Љиљана Живанов,
Андреа Марић

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Радослав Дорословачки

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума
за писање техничког решења

Прототип:

Прототип RF индуктора добијених коришћењем наночестичног мастила на флексибилној подлози

Број пројекта: TP-32016

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Александар Менићанин

Аутори: Александар Менићанин – Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београд

Мирјана Дамњановић, Љиљана Живанов, Андреа Марић - Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TP-32016

Година: 2015

Примена: новембар 2015

Реализатори: Институт за мултидисциплинарна истраживања, Београд, Факултет техничких наука, Нови Сад

Корисници: Факултет техничких наука, Нови Сад

Подтип решења: Прототип – M85

Образложење

Индуктори типа меандар су пасивне компоненте које имају веома широку примену у области флексибилне електронике. Између осталог они могу да се користе као филтери или сензори. Једна од основних предности ових компонената је њихова једноставна структура која дозвољава израду применом разних технологија.

Индуктори о којима је реч у овом техничком решењу су развијени у јефтиној и еколошкој инкцет технологији. Приликом штампања су коришћена мастила нове генерације која спадају у тзв. наноматеријале будући да садрже наночестице сребра. Сама појава наноматеријала отворила је ново тржиште у свету, а самим тим у перспективи имплицира и комерцијалну примена штампане компоненте представљене у овом техничком решењу.

У овом техничком решењу су детаљно приказани дизајн, резултати симулације, пројектовање и поступак израде прототипа. Описани технолошки поступак се може користити за развој других компонената или за побољшање постојећих. Такође су дати и експериментални резултати, који се одлично слажу са подацима добијеним симулацијама.

Индуктор се састоји од линија формираних од мастила са сребрним наночестицама које су одштампане на флексибилној полимидној подлози. Проводни материјал је наштампан у структури облика меандра са дугим правим сегментима. Израђене су четири индукторске структуре са различитим димензијама, (1.8 mm × 2.0 mm × 0.075 mm), (2.2 mm × 2.0 mm × 0.075 mm), (3.4 mm × 2.0 mm × 0.075 mm) и (1.7 mm × 1.0 mm × 0.075 mm), што је конкуретно са тренутно доступним комерцијалним индукторима. Са даљим развојем ове технологије и применом нових материјала отварају се реалне шансе за пласман оваквих компонената на тржиште. Предност израђених индуктора је што могу да се користе на високим учестаностима, изнад 10 GHz.

Један од главних доприноса овог техничког решења јесте емпиријски добијена оптимална процедура израде у технологији инкдет штампе. Овим поступком кориснику је скраћен потребан број итерација за добијање оптималних индукторских или других штампаних структура. Правилном применом описане процедуре фабрикације повећава се поновљивост штампе, скраћује време израде и потрошња материјала. На основу конкретне апликације корисник може прилагодити дизајн или индуктивност индуктора и са великим степеном успешности направити серију индуктора са малим одступањима.

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС, бр. 38/2008») рецензент оцењује да резултат научноистраживачког рада под називом: **Прототип RF индуктора добијених коришћењем наночестичног мастила на флексибилној подлози** испуњава услове да буде признато као техничко решење категорије Лабораторијски прототип (M85).

Прототип RF индуктора добијених коришћењем наночестичног мастила на флексибилној подлози развијен је на Институту за мултидисциплинарна истраживања у Београду и Факултету техничких наука у Новом Саду и у оквиру текућег технолошког пројекта бр. TP-32016 код Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

у Београду, Србија, 18.11.2015.

Д. Ранђеловић

Рецензент: др Данијела Ранђеловић,

Научни саветник, ИХТМ, Универзитет у Београду

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума
за писање техничког решења

Прототип:

Прототип RF индуктора добијених коришћењем наночестичног мастила на
флексибилној подлози

Број пројекта: TP-32016

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Александар Менићанин

Аутори: Александар Менићанин – Институт за мултидисциплинарна истраживања
(ИМСИ), Београд

Мирјана Дамњановић, Љиљана Живанов, Андреа Марић - Факултет
техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја TP-32016

Година: 2015

Примена: новембар 2015

Реализатори:, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Београд, Факултет
техничких наука, Нови Сад

Корисници: Факултет техничких наука, Нови Сад

Подтип решења: Прототип – M85

Образложење

Проблем који се техничким решењем решава је следећи: Емпиријски је развијена оптимална процедура штампе у инкџет технологији са сребрним наночестицама на полиимдном супстрату и примењена је на прототипу RF CPW индуктора. Индуктор је типа меандар пошто је вај тим индуктора погодан за реализацију у једном слоју без коришћења вија.

Стање решености тог проблема у свету је следеће: Инкџет технологија штампања је позната технологија која постаје свестран алат у индустрији захваљујући развоју и примени нових материјала. Преласком на нова мастила, која у себи садрже функционалне материјале као што су проводници и изолатори, долази до проблема њихове оптималне интеграције у инкџет технологији. Успешност штампе зависи од

компатибилности физичких карактеристика мастила (вискозност, површински напон и густина) са спецификацијма шампача и од оптималних напонских сигнала који управљају млазницама. Погодним избором мастила може се задовољити први услов успешности док је други питање броја итерација. Због тога је развијена описана процедура за реализацију индуктора која смањује кориснику потребно време и материјал за добијање оптималних структура.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће: Описану процедуру је могуће применити на друга мастила која задовољавају спецификације штампача ДМП3000 за добијање оптималних планарних структура на полимидним фолијама. Такође, дате смернице је могуће опште применити и на друге пиезоелектричне штампаче уколико таква подешавања дозвољавају.

Могућности примене предложеног техничког решења су следеће: Могућност овог техничког решења је оптимизација инкјет технологије и њено даље коришћење у производњи компоненти у великим серијама. Конкретно пример је дат за индуктор типа меандар, почев од пројектовања са разматрањима које треба узети у обзир, затим начина на који се треба направити како би се добио велики број примерака са малим технолошким варијацијама.

У оквиру пријаве техничког решења дат је детаљан опис пројектовања индуктора и његове реализације у инкјет технологији на флексибилном полимидном супстрату. Поступак је опште објашњен како не би био ограничен опремом и материјалима, али такође су дати и конкретни технолошки параметри у овом техничком решењу.

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС, бр. 38/2008») рецензент оцењује да резултат научноистраживачког рада под називом: **Прототип RF индуктора добијених коришћењем наночестичног мастила на флексибилној подлози** представља научноистраживачки резултат који треба прихватити као техничко решење.

Прототип RF индуктора добијених коришћењем наночестичног мастила на флексибилној подлози развијен је на Institutу за multidisciplinarna истраживања у Beogradу и Fakultetu техничких наука у Novom Sadу и у оквиру текућег технолошког пројекта бр. TR-32016 код Ministarstva prosvete, nauke i технолошког развоја Republike Srbije.

У Лондону, Велика Британија, 18.11.2015.



Recenzent, др Ђурађ Будимир,
Reader, University of Westminster, London, UK



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централна: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-11-26

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 5. редовној седници одржаној дана 25.11.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 17. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Тачка 17.2.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење под називом:

17.2.7. Назив техничког решења:

ПРОТОТИП RF ИНДУКТОРА ДОБИЈЕНИХ КОРИШЋЕЊЕМ НАНОЧЕСТИЧНОГ МАСТИЛА НА ФЛЕКСИБИЛНОЈ ПОДЛОЗИ

Аутори: Александар Менићанин, Мирјана Дамњановић, Љиљана Живанов,
Андреа Марић

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Проф. др. Раде Дорословачки