

Прототип:

Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Андреа Марић

Аутори: Андреа Марић, Нелу Блаж, Љиљана Живанов,
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад, Србија

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016

Година: 2018.

Примена: 2018.

Кратак опис

Техничко решење пружа опис пројектовања, израде и карактеризације микротрансформатора у технологији нискотемпературно печених керамика – ЛТЦЦ (*Low Temperature Co-Fired Ceramic*) технологији. Једна од предности вишеслојних технологија, у које спада и ЛТЦЦ технологија, је могућност израде појединачних компоненти или сложенијих модула у форми 3Д дизајна. Тиме је између осталог омогућена већа флексибилност приликом пројектовања модула, постоји могућност израде модула од материјала различитих карактеристика, као и њихова лакша минијатуризација.

Пројектована су, израђена и карактерисана два 3Д микротрансформатора израђена унутар супстрата састављених од различитих типова ЛТЦЦ трака. Завојци трансформатора су идентичне квадратне спирале штампане једна изнад друге, на различитим слојевима супстрата. Узорци су сачињени од 6 ЛТЦЦ трака и са доње и горње стране модула оклопљени са по две диелектричне траке. Код првог трансформатора између примара и секундара су постављене још две диелектричне траке од истог материјала, а код другог две феритне траке. На тај начин је било могуће испитати компатибилност коришћених материјала, оптимизовати процес израде и истовремено анализирати промене карактеристика трансформатора израђених на чисто диелектричном и комбиновано диелектрично-феритном супстрату.

Техничке карактеристике:

Пројектовање и карактеризација прототипа 3Д микротрансформатора израђеног унутар диелектричног и комбинованог диелектрично-феритног ЛТЦЦ супстрата и поређење њихових карактеристика.

Техничке могућности:

Описано техничко решење пружа могућност израде пасивних електронских компоненти (микротрансформатора) у ЛТЦЦ технологији применом различитих типова материјала у оквиру једног модула. На тај начин се омогућава већа флексибилност пројектовања компоненти, као и измена и контролисање карактеристика компоненти у складу са местом њихове примене.

Реализатор:

Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија

Корисник:

Факултет техничких наука, Нови Сад, Србија

Институт за телекомуникације и електронику ИРИТЕЛ а.д. Београд, Србија

Подтип решења:

М85 Прототип

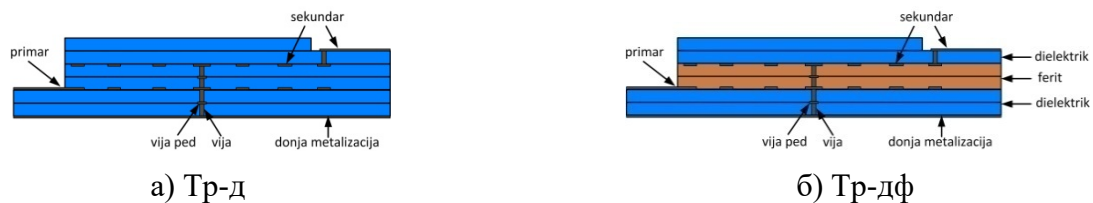
Увод

Опште је познато да (микро)трансформатори спадају у тип пасивних компоненти које су саставни и веома често неизоставни део многих електронских кола, система, модула (нпр. рачунарска опрема, мобилни терефони, сензори, осцилатори и сл.). Широко дијапазон

примене и представља један од главних разлога за вршење истраживања у циљу побољшања њихови карактеристика. Унапређење/промена перформанси може се остварити пројектовањем нових конфигурација трансформаторских структура, правилним избором технологије која се користи за њихову израду, применом различитих материјала за њихову израду, применом различитих технологија израде и сл.

Пројектовани прототипови микротрансформатора предвиђени су за израду на две различите конфигурације ЛТЦЦ супстрата. ЛТЦЦ технологија је изабрана из разлога што омогућава израду како планарних тако и 3Д структура, даје могућност комбинације различитих типова материјала унутар једног модула, контролу параметара процеса израде, израду модула и система који своју примену могу наћи у срединама у којима владају високе температуре, велика концентрација влаге и сл.

Микротрансформатори су пројектовани као 3Д структуре чији су примарни и секундарни завојак формиран на различитим слојевима унутар ЛТЦЦ супстрата. Супстрати оба узорка су израђени од укупно 6 ЛТЦЦ трака. Примарни и секундарни завојци су исте геометрије и димензија, постављени тако да им се проводни сегменти преклапају. Примарни завојци и одговарајући контакти за мерење израђени су на површини друге траке основе, гледано у односу на доњу метализацију. Секундарни завојци се налазе са доње стране пете траке и путем вија су повезани са изводним контактима за мерење који су формиран са горњих страна ових истих трака. Међуслојном везом централних крајева завојака остварена је физичка веза између примара и секундара, као и њихова повезаност са позадинском метализацијом. Шематски приказ централних попречних пресека пројектованих трансформатора дати су на слици 1.



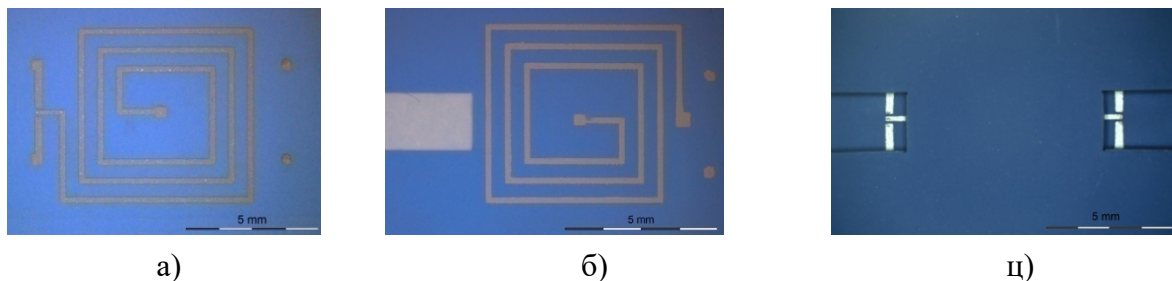
Слика 1. Шематски приказ централног попречног пресека пројектованих трансформатора израђених на а) диелектричном и б) комбинованом диелектрично-феритном супстрату.

Први узорак трансформатора (Тр-д) израђен је на супстрату формираном искључиво од диелектричних ЛТЦЦ трака (*ESL 41020*, од *ElectroScience*). Код другог узорка трансформатора (Тр-дф) међуслојеви између примара и секундара (трећи и четврти слој) израђени су коришћењем феритне ЛТЦЦ траке (*ESL 40011*, од *ElectroScience*). Примар и секундар оба узорка формиран су од укупно 3 квадратна спирална завојка, ширине 200 μm и међусобног растојања суседних сегмената од 500 μm . Трансформатори заузимају укупни површину од $(7.45 \times 7.45) \text{ mm}^2$.

Поступак израде прототипова и поставка система за експерименталну карактеризацију

Пројектоване трансформаторске структуре израђене су применом конвенционалних корака ЛТЦЦ производног процеса. Након ласерске обраде ЛТЦЦ трака приступило се формирању проводних линија и међуслојних веза трансформатора, коришћењем одговарајућих сребрних паста (*ESL 903B* за површинске проводне слојеве, *ESL 902* за вије). Појединачне траке слагане су одговарајућим редоследом у калупу за поравнавање, након

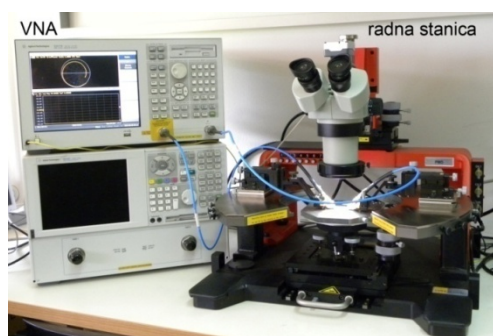
чега је вршена ламинација структура коришћењем униаксијалне пресе применом притиска од 21 МПа за Тр-д узорак и 10.6 МПа Тр-дф узорак, на температури од 75 °С у трајању од 3 min. Печење структура вршено је у пећи са високотемпературном комором, на максималној температури од 885 °С и укупном трајању циклуса печења од 11 h и 40 min. На слици 2 приказане су линије примарног и секундарног завојка након ситоштампе и сушења, као и приказ површине једне трансформаторске структуре након печења (површински изглед приказаних слојева је идентичан за оба узорака).



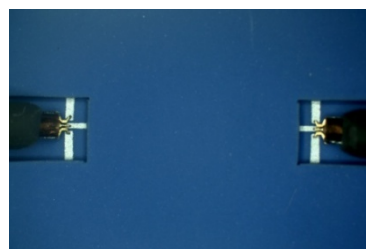
Слика 2. Приказ површине а) примара и б) секундара након ситоштампе и ц) трансформатора након печења.

Приказане трансформаторске структуре пројектоване су за рад у нижем делу РФ опсега, на фреквенцијама испод 1 GHz. Из тог разлога коришћен је одговарајући тест систем за карактеризацију на високим фреквенцијама, како би се експерименталним путем одредиле и тестирале карактеристике израђених узорака. Ови тест системи су стандардно састављени од РФ испитне радне станице (*RF Probe Station*), векторског анализатора мрежа (*Vector Network Analyzer - VNA*), високофреквентних спрежних каблова и одговарајућих високофреквентних сонди, као и одговарајућег калибрационог комплета.

Приказ таквог РФ система који је коришћен за карактеризацију пројектованих узорака приказан је на слици 3. У саставу приказаног система налази се неаутоматизована РФ радна станица PM5 (*RF/Microwave Wafer Probe Station PM5, Cascade MicroTech*) и векторски анализатор мрежа VNA E5071B (*Agilent Technologies*). Веза између VNA и узорака који се мере је остварена путем PE304-36 високофреквентних каблова (*Pasternack Enterprises, Inc*) и ACP50-GSG-250 симетричних високофреквентних копланарних сонди.



а)



б)

Слика 3. Експериментална карактеризација а) поставка мерног система и б) тренутак мерења.

Експериментална карактеризација и одређивање жељених параметара трансформатора заснива се на мерењу S-параметара узорака. Затим се врши конверзија измерених S-параметара у одговарајуће Z-параметаре, који су коришћени за одређивање индуктивности и Q-фактора примара и секундара (L_p , L_s , Q_p , Q_s), међусобне индуктивности (L_m) и преносног односа (n) трансформатора (изрази 1 до 3).

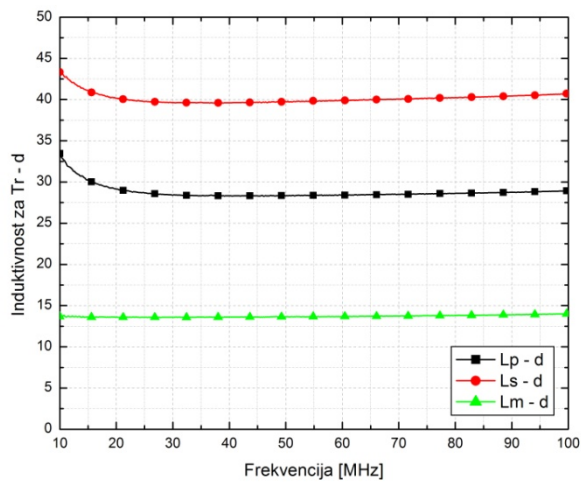
$$L_p = \frac{\text{Im}(Z_{11})}{2\pi f}, \quad L_s = \frac{\text{Im}(Z_{22})}{2\pi f}, \quad L_m = \frac{\text{Im}(Z_{12})}{2\pi f}, \quad (1)$$

$$Q_p = \frac{\text{Im}(Z_{11})}{\text{Re}(Z_{11})}, \quad Q_s = \frac{\text{Im}(Z_{22})}{\text{Re}(Z_{22})}, \quad (2)$$

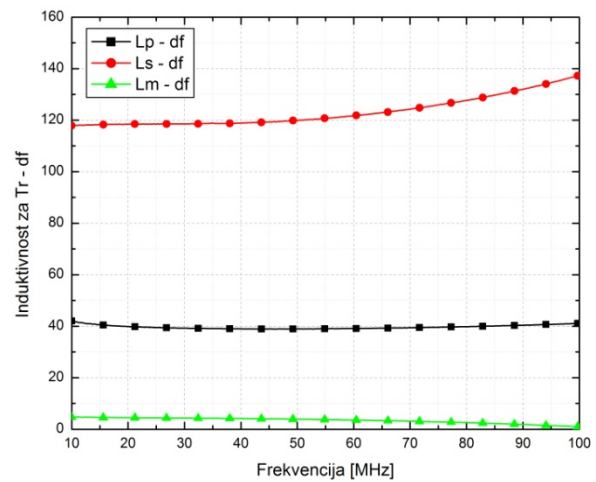
$$n = \sqrt{\frac{L_s}{L_p}}. \quad (3)$$

Резултати експерименталне карактеризације и поређење добијених резултата

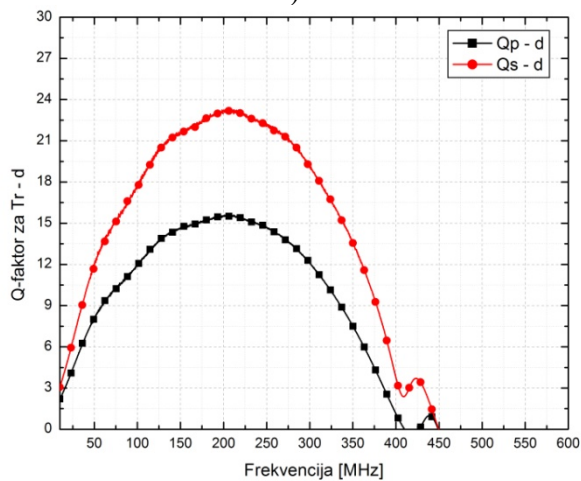
На основу измерених S-параметара извршена је екстракција зависности вредности карактеристичних величина од фреквенције, описаном методом. Карактеризација је вршена у фреквентном опсегу од 300 kHz до 600 MHz. Графици зависности индуктивности, Q-фактора и преносног односа од фреквенције за обе структуре приказани су на слици 4. Вредности карактеристичних величина за оба трансформатора упоређо су приказани у табели 1.



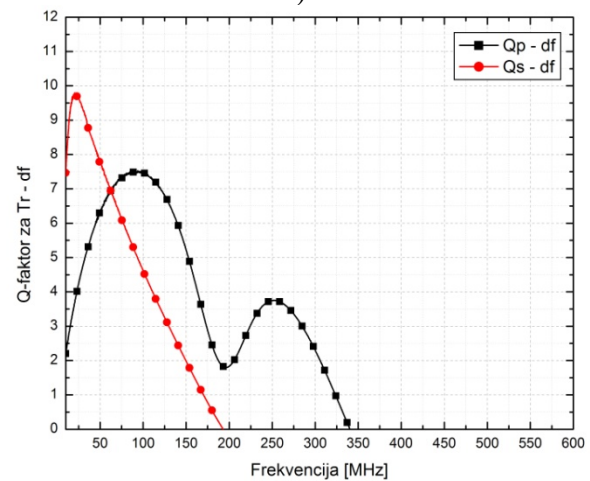
а)



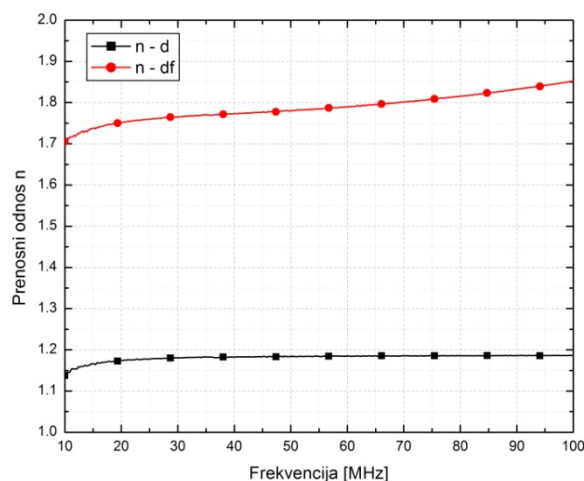
б)



в)



д)



e)

Слика 4. Зависности индуктивности а) Тр-д и б) Тр-дф, Q-фактора ц) Тр-д и д) Тр-дф, и е) преносног односа оба трансформатора.

Поредећи приказане резултате зависности индуктивности и Q-фактора завојака од фреквенције за оба трансформатора може се уочити исти тренд промене њихових вредности. Код оба трансформатора долази до повећања вредности индуктивности и Q-фактора секундарног завојка у односу на примарни. Ово је последица повећања растојања секундара од позадинске метализације, што резултује смањењем паразитних капацитивности и повећањем вредности споствене индуктивности и Q-фактора секундара.

Индуктивности трансформатора на диелектричном супстрату Тр-д износе $L_p = 33.68$ nH и $L_s = 47.05$ nH на фреквенцији на којој Q-фактор завојака достиже максималну вредност f_{Qmax} . У овом случају је њена вредност је практично идентична за оба завојка и износи 200 MHz. Вредност максимума Q-фактора завојка се са вредности $Q_{pmax} = 15.59$ повећала на $Q_{smax} = 23.27$. С обзиром да је разлика између вредности индуктивности примара и секундара нешто мања од 40 %, вредност преносног односа је мала и износи 1.18. Користан радни фреквентни опсег овог трансформатора износи 410.10 MHz.

Анализирајући резултате индуктивности завојака трансформатора на комбинованом диелектрик-ферит супстрату Тр-дф, види се да и у овом случају долази до пораста индуктивности секундара у односу на примар. За ову структуру те вредности износе $L_p = 38.98$ nH и $L_s = 119.94$ nH на фреквенцији од 50 MHz. Може се уочити утицај присуства феритног материјала, с обзиром да је вредност индуктивности секундара увећана три пута за разлику од структуре Тр-д где је повећање 0.4 пута. Ово резултује и у повећању преносног односа на 1.78. Вредности Q-фактора су ниже у односу на трансформатор Тр-д и износе $Q_p = 6.35$ и $Q_s = 7.79$. Максимуми су померени ка нижим фреквенцијама, а код секундарног завојка се може уочити и присуство секундарног максимума, с обзиром да је ово конфигурација суштини структура два спрегнута индуктора различитих карактеристика.

Табела 1. Вредности карактеристичних величина за трансформаторе Тр- и Тр-дф

	L_p (nH)	L_s (nH)	L_m (nH)	Q_{max}	n	f_{rez} (MHz)
Тр-д	33.68	47.05	16.16	$Q_p: 15.59$	1.18	410.10
				$Q_s: 23.27$		
Тр-дф	38.98	119.94	3.92	$Q_p: 6.35$	1.78	193.14
				$Q_s: 7.79$		

Могућности представљеног техничког решења

Вишеслојне технологије у које спада и ЛТЦЦ технологија дају већу слободу пројектовања електронских компоненти и модула у доносу на планарне технологије. За потребе истраживања и резултате приказане у оквиру овог техничког решења искоришћене су две предности – могућност пројектовања 3Д структура на супстратима израђеним од једног типа материјала или од комбинације више материјала различитих карактеристика.

Приказано је пројектовање, израда и карактеризација два 3Д микротрансформатора, код којих су примарни и секундарни завојак формиран на различитим слојевима супстрата израђеног од диелектричних или комбиновано диелектрично-феритних ЛТЦЦ трака. Завојци трансформатора су идентичног облика код обе структуре, а њихов дизајн је прилагођен поступку израде у ЛТЦЦ технологији на тај начин што су проводне линије завојака штампане искључиво на површинама диелектричних трака. На тај начин су избегнути потенцијални проблеми прекида проводних линија услед евентуалног пуцања феритних трака, које се може јавити приликом штампања на феритном ЛТЦЦ материјалу који се синтерује на нижим температурама.

Поређењем резултата добијених експерименталном карактеризацијом 3Д трансформатора уочљиво је повећање индуктивности и преносног односа трансформатора израђеног на комбинованом диелектрик-ферит супстрату (Тр-дф структура). Индуктивност примара је повећана за приближно 20 %, док је индуктивност секундара повећана више за од 50 % гледано у односу на одговарајуће вредности добијене за трансформатор на диелектричном супстрату (Тр-д). С друге стране, познато је да феритни материјали неповољно утичу на вредност Q-фактора, ширину корисног фреквентног опсега и резонантну фреквенцију трансформатора. За приказане конфигурације њихове вредности се смањују у просеку за 50 %.

Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора је развијен на Факултету техничких наука у Новом Саду и Институту за сензорске и актуаторске системе у Бечу, Аустрија у оквиру текућег технолошког пројекта бр. TR-32016 код Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Štampano –2018.



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: fnDean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2019-01-17

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 10. редовној седници одржаној дана 16.01.2019. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 12.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензената

Тачка 12.2.: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

1. Доц. др Миодраг Милутинов, Факултет техничких наука у Новом Саду
2. Др Бранка Јокановић, научни саветник, Институт за физику у Београду

Назив техничког решења:

„УТИЦАЈ ПРОМЕНЕ КОНФИГУРАЦИЈЕ СУПСТРАТА НА КАРАКТЕРИСТИКЕ 3Д ЛТЦЦ МИКРОТРАНСФОРМАТОРА“

Аутори техничког решења: Андреа Марић, Нелу Блаж, Љиљана Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Проф. др Раде Дорословачки

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за писање техничког решења

Нови индустријски прототип:

Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора

Број пројекта: ТР-32016

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Андреа Марић

Аутори: Андреа Марић, Нелу Блаж, Љиљана Живанов,
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад, Србија

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016

Година: 2018.

Примена: 2018.

Реализатори: Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад, Србија

Корисници: Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад, Србија

Институт за телекомуникације и електронику ИРИТЕЛ а.д. Београд, Београд, Србија

Подтип решења: Прототип – М85

Мишљење рецензента

Техничко решење је настало у току научно истраживачког рада на пројекту ТР-32016 **“Иновативне електронске компоненте и системи базирани на неорганским и органским технологијама уграђени у робе и производе широке потрошње”** које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Предложени прототипови микротансформатора пројектовани су и карактерисани на Факултету техничких наука у Новом Саду током 2017. и 2018. године.

Предложено техничко решење под насловом: **“Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора”**, од аутора: Андреа Марић, Нелу Блаж, Љиљана Живанов, приказује утицај промене конфигурације супстрата, на основу примене различитих типова материјала, на карактеристике 3Д микротрансформатора. Приказани прототипови пројектовани су као модули који нису претходно публиковани, с тога се може сагледати и научно-истраживачки допринос.

У првом поглављу дате су неопходне информације о техничком решењу и општи подаци. У другом, уводном поглављу, истакнута је важност потребе за истраживањима у области развоја пасивних компоненти. Главна идеја приликом пројектовања приказаних модула је била да се испита утицај промене материјала основе на којој се они израђују на њихове карактеристике. Први трансформатор израђен је унутар чисто диелектричног супстрата, док је други реализован унутар

комбинованог диелектрик-ферит керамичког супстрата. Дат је приказ пројектованих микротрансформатора и неопходни геометријски параметри потребни за њихову израду. Пројектовани прототипови су 3Д структуре, с тога је за њихову реализацију погодна нека од вишеслојних технологија. У овом случају то је технологија нискотемпературно печених керамика ЛТЦЦ (*Low Temperature Co-Fired Ceramic*) технологија. У наставку дат је опис поступка израде пројектованих трансформатора и наведени материјали који су коришћени за реализацију. Приказан је мерни систем који је коришћен за њихову експерименталну карактеризацију и описан поступак екстракције жељених параметара.

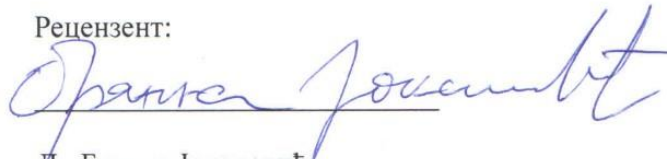
Посматрана је промена индуктивности и Q-фактора примарног и секундарног завојка, преносног односа, као и користан радни фреквентни опсег обе структуре. На основу графичког приказа наведених параметара уочљив је исти тренд пораста вредности индуктивности и Q-фактора секундарног завојка у односу на примарни. Показано је да је за структуру израђену на комбинованом диелектрик-ферит супстрату остварено повећање индуктивности примара за приближно 20 %, док је индуктивност секундара повећана за више од 50 % гледано у односу на одговарајуће вредности добијене за трансформатор на диелектричном супстрату. Услед повећаних губитака феритног материјала долази до смањења вредности Q-фактора и резонантне фреквенције друге структуре за 50 %.

На основу приложене документације и резултата истраживања, сматрам да техничко решење: **"Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора"** спада у групу резултата **М85 – прототип**, по Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Сл. Гласник, РС 38/2008.

Прототип Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора развијен је на ФТН-у у оквиру текућег технолошког пројекта бр. ТР-32016 код Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

У Београду,
26.12.2018.

Рецензент:


Др Бранка Јокановић,
научни саветник
Институт за физику у Београду

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за писање техничког решења

Нови индустријски прототип:

Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора

Број пројекта: ТР-32016

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Андреа Марић

Аутори: Андреа Марић, Нелу Блаж, Љиљана Живанов,

Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад, Србија

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016

Година: 2018.

Примена: 2018.

Реализатори: Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад, Србија

Корисници: Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад, Србија

Институт за телекомуникације и електронику ИРИТЕЛ а.д. Београд, Београд, Србија

Подтип решења: Прототип – М85

Мишљење рецензента

Техничко решење је настало у току научно истраживачког рада на пројекту ТР-32016 **“Иновативне електронске компоненте и системи базирани на неорганским и органским технологијама уграђени у робе и производе широке потрошње”** које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Решење описује пројектовање и карактеризацију 3Д микротрансформатора израђених унутар супстрата израђених од различитих керамичких материјала. Предложени прототипови развијени су на Факултету техничких наука у Новом Саду.

У оквиру предложеног техничког решења под насловом: **“Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора”**, од аутора: Андреа Марић, Нелу Блаж, Љиљана Живанов, приказани су прототипови микротрансформаторских модула који нису претходно публиковани. Према томе ово техничко решење представља допринос научно-истраживачком раду на пољу 3Д микротрансформатора.

У оквиру кратког описа дате су неопходне информације, општи подаци, техничке карактеристике и могућности, као и реализатори и корисници развијеног прототипа. У уводном поглављу наглашена је важност потребе за истраживањима у области унапређења карактеристика пасивних компоненти, с обзиром на њихову велику заступљеност у многим електронским уређајима. Ово техничко решење приказује утицај примене и комбинације различитих типова материјала који се користе као супстрати за израду микротрансформатора. Пројектована су и израђена два микротрансформаторска модула. С обзиром да су у питању 3Д структуре, за њихову

израду је погодно изабрати неку од вишеслојних технологија. Поред тога, идеја је била да се модули могу користити и у условима у којима владају екстремни услови средине (велики опсег промене температуре, влажности и сл.). Из тог разлога за њихову израду је изабрана технологија нискотемпературно печених керамика - ЛТЦЦ (*Low Temperature Co-Fired Ceramic*) технологија.

Пројектовани трансформатори су идентичног облика и геометрије примарног и секундарног завојка. Завојци су постављени тако да се налазе тачно један изнад другог унутар ЛТЦЦ супстрата и тиме је остварено преклапање проводних сегмената. Са горње и доње стране оба модула налазе се по две диелектричне ЛТЦЦ траке. Код првог трансформатора (у ознаци Тр-д), између примара и секундара се налазе две диелектричне траке, тако да је читав моду израђен од истог чисто диелектричног материјала. Код другог модула (у ознаци Тр-дф) између примара и секундара се налази феритни тип ЛТЦЦ траке, тако да је трансформатор израђен унутар комбинованог диелектрик-ферит супстрата. Описан је поступак израде структура, приказан је мерни систем коришћен за њихову експерименталну карактеризацију и дат поступак екстракције параметара од интереса (индуктивност и Q-фактор завојака, преносни однос, користан радни фреквентни опсег).

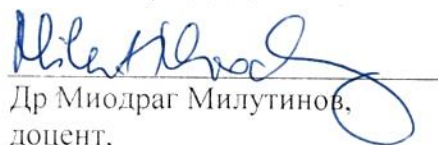
Резултати експерименталне карактеризације показују повећање индуктивности и максимума Q-фактора секундарног завојка у односу на примарни код обе структуре. Повећање код Тр-д структуре остварено је повећање индуктивности за приближно 0.4 пута (~20 %), док је за Тр-дф структуру остварено повећање за више од 50 % услед постојања феритног материјала унутар супстрата. Ово утиче и на повећање вредности преносног односа трансформатора Тр-дф. С друге стране, феритни материјал утиче на смањење вредности максимума Q-фактора и фреквенције на којој се он достиже, као и резонантне фреквенције Тр-дф структуре за 50 %.

На основу приказаних резултата истраживања, сматрам да техничко решење: **"Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора"** спада у групу резултата М85 – прототип, по Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, Сл. Гласник, РС 38/2008.

Прототип Утицај промене конфигурације супстрата на карактеристике 3Д ЛТЦЦ микротрансформатора развијен је на ФТН-у у оквиру текућег технолошког пројекта бр. ТР-32016 код Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

У Новом Саду,
26.12.2018.

Рецензент:


Др Миодраг Милутинов,
доцент,
ФТН, Нови Сад



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: 2019-01-31

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 11. редовној седници одржаној дана 30.01.2019. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 12.2. Верификација нових техничких решења и именовање рецензената

Тачка 12.2.2.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење (М85) под називом:

Назив техничког решења:

**„УТИЦАЈ ПРОМЕНЕ КОНФИГУРАЦИЈЕ СУПСТРАТА НА
КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗД ЛТЦЦ МИКРОТРАНСФОРМАТОРА“**

Аутори техничког решења: Андреа Марих, Нелу Блаж, Љиљана Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки