

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за получаване на образователната и научната степен „Доктор” в Област на висше образование: 5. Технически науки; Професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика; Докторска програма: Електронизация на маг. инж. **Димитриос Теодосиос Казолис**, докторант в ТУ-Габрово със заглавие „Изследване на възможностите за приложение на галваномангнитни сензори за контрол на специализирани инсталации“

Рецензент: акад. Чавдар Руменин, Институт по роботика при БАН

1. Предверие

Дисертационният труд е развит в обем от 165 страници и съдържа списък на използваните означения, уводна част, пет глави, заключение, приноси, списък с публикации на автора и литературни източници. Материалът обхваща 73 фигури, 15 таблици и множество други инженерно-технически схемни решения. Списъкът на публикациите с участие на автора съдържа 5 заглавия, като една е самостоятелна. Две от публикациите са реферирани в базата данни Scopus.

В представения дисертационен труд са посочени 187 литературни източника, използвани за оценка на състоянието на проблема. От тях 69 са на кирилица и 118 – на латиница, включително и интернет-файлове. От цитираните източници 50 са публикувани след 2011 година. От представения материал може да се направи извода, че маг. инж. Д. Казолис познава много добре състоянието на проблема и е извършил целенасочен и компетентен анализ на информацията от литературните източници. Литературата е умело подбрана, подкрепя логиката на изследователската тема и читателят добива панорама на приложението на галваномангнитните технологии. В резултат е мотивирана и формулирана целта на дисертационния труд, както и задачите за постигането ѝ.

2. Тема и актуалност на дисертационния труд

Темата на дисертационния труд е свързана най-общо с изследване на възможностите за приложение на преобразувателите на магнитно поле в инженерната практика, реализирани на основата на двуколекторни биполярни магнитотранзистори. Този бранш от сензориката включва цяла гама структури – елементи на Хол, магниторезистори, магнитотранзистори, тоководоменни магнитометри, магнитодиоди,

структури на Вайгънд, „сандвичи” с колосално магнитосъпротивление и др. До неотдавна се считаше, че тези полупроводникови, основно силициеви, компоненти и елементи са добили своята зрялост и завършеност като механизми на функциониране, технологична реализация и приложимост. Обаче достатъчно е да споменем сензорите на Хол с равнинна чувствителност, квантовия ефект на Хол, магнитноуправляемия повърхностен ток, открити през последните години, за да се убедим, че никога не е имало и няма да има истини от последна инстанция. Академичният интерес към биполярните магнитотранзистори е продиктуван от неочаквано добрите характеристики на тези структури. Думата неочаквано отразява моята практика в тази област, свързана с обстоятелството, че биполярната проводимост генерира сравнително високо ниво на собствен (фликер) шум в отличие на монополярните устройства и елементи. Въпреки наличието на рекомбинационни процеси в базовата зона, нелинейна зависимост на количеството неосновни инжектирани носители от емитера, възникването на т.н. “дълги диоди” и възможност за токов шнур и отрицателно диференциално съпротивление, и др., изходът е нечетен (полярен) и линеен в широк диапазон на магнитната индукция. Също така характеристиките са предсказуеми и възпроизводими, магниточувствителността е нестандартно висока и температурният дрейф е неголям, но възпроизводим при спазване на технологичните процеси. С годините магнитотранзисторите станаха сериозен конкурент на сензорите на Хол, особено в Русия и Китай. Тези предпоставки са основание за навлизане на този тип микросензори в индустриалната електроника. На тяхна основа се реализират четящи устройства за магнитно записана информация, безконтактни системи като безколекторни DC-мотори, детектиране на линейни и ъглови премествания, ъглови декодери и потенциометри, метрология на вариациите на земното магнитно поле и на векторните компоненти на магнитния вектор, определяне на силата на тока, ел. мощност и енергия с висока точност, и др.

Информацията за характеристиките и параметрите на разработените и налични у нас експериментални образци на биполярни мултиколекторни магнитотранзистори с равнинна чувствителност е крайно недостатъчна. Авторът коректно отбелязва, че този проблем съществено затруднява използването на подхода на симулационното моделиране за изследване на възможностите за практическо приложение на този тип галваномагнитни елементи в електрониката. Следователно, темата и целта на дисертационния труд са коректно центрирани, което прави изследването актуално и полезно в приложен аспект. Ето защо приемам целта и задачите на материала.

3. Обща характеристика на дисертационния труд

В Глава първа дисертантът е разгледал задълбочено състоянието на галваномагнитните сензори. Анализирани са основните видове магнитопреобразователни ефекти и механизми. Предложени са обобщени класификации на дискретни галваномагнитни елементи и на магниточувствителни интегрални схеми както и техните конструктивно-технологични особености. Акцентирано е върху биполярните мултиколекторни магнитотранзистори.

В Глава втора е извършено експериментално изследване на образци на латерален двуколекторен N-P-N магнитотранзистор с паралелна ос на чувствителност тип 2Т1МП1. Обоснована е необходимостта от експериментални данни за определяне на статичните и динамичните характеристики на магнитотранзистора за пресмятане на параметри на модела му. Измерванията са осъществени чрез прилагане на класически методи и опитни постановки. Експериментално е доказано, че е налице аналогия между статичния режим на работа на магнитотранзистора и на силициевия бездрейфов N-P-N транзистор. Извършен е анализ на получените експериментални данни за волт-амперни, магнитоелектрични, волт-фарадни, честотни и времеви характеристики. Моят екип познава 2Т1МП1 като експериментите на Казолис са аналогични на тези, получени при нас. Следователно налице е потвърдителен факт, което е важно предимство на дисертацията.

В Глава трета са моделирани магнитотранзисторни структури. На базата на уравнението на Пуасон и уравненията за непрекъснатост за токоносителите е извършено двумерно математическо моделиране на явленията и процесите в базовата област на два варианта магнитотранзисторни структури - с вертикална и равнинна ос на активизиране. Изследвано е влиянието на температурата върху дрейфа на нулата на първия вид и върху токовата магниточувствителност за втория тип елементи. Разработени са схемни и в текстови формат PSpice базирани варианти на нелинеен статичен и динамичен бихейвиористичен модел на латерален двуколекторен N-P-N магнитотранзистор с равнинно активизиране.

В Глава четвърта е формулирана процедура, съдържаща основните етапи на симулационното изследване. Формулирани са моделни постановки за определяне характеристиките на двуколекторен магнитотранзистор на основата на поведенческите му модели. Представени са стойностите на изчислените моделни параметри на магнитотранзистор 2Т1МП1.

В Глава пета са изследвани възможности за приложение на галваномагнитни сензори, реализирани на базата на двуколекторен магнитотранзистор за контрол на специализирани инсталации.

Всички глави са логически обосновани и в своето единство предлагат оригинални данни и концепции за биполярните галваномангнитни структури. От моя гледна точка важна особеност на проведеня анализ от докторанта е възможността за надграждане и развитие на получените резултати. В този аспект системата от информация в дисертационния труд е открита и стимулира нови изследвания.

4. Приноси на дисертационния труд

Приемам формулираните от докторанта приноси. Те се свеждат до:

1. Предложени са PSpice – базирани бихейвиористични нелинейни модели на латерален двуколекторен N-P-N магнитотранзистор с паралелна чувствителност, като в качеството на основни градивни елементи са използвани зависими източници на ток, управлявани от напрежение.
2. Предложен е алгоритъм за определяне на моделните параметри на двуколекторен магнитотранзистор в символен и числен вид чрез обработка на експериментални характеристики в Matlab програмна среда.
3. Извършено е симулационно изследване на характеристики и параметри на латерален двуколекторен N-P-N магнитотранзистор, тип 2ТМП1 като са верифицирани разработените модели, потвърждаващи адекватността на предложения симулационен подход.
4. Разработена и експериментирана е постановка за изследване на латерален двуколекторен магнитотранзистор и на реализирани на негова основа галваномангнитни сензори, измерващи електрични и неелектрични величини.

Постигнатите резултати са лично дело на докторанта под научното и методично ръководство на неговия ръководител проф. д-р инж. А. Александров. Доказателство за това са представените публикации.

Авторефератът е коректно съставен и съдържа ключовите резултати и приноси на дисертацията.

5. Забележки и въпроси по дисертационния труд

Първоначално имах възможността да се запозная с дисертацията при нейната предзащита. Тогава констатирах неточности, сгрешени гранични условия в някои изрази, непълно описание на експериментите и др. Вече тези мои забележки са отчетени и отстранени.

Към дисертационния труд имам следните въпроси:

1. Каква е грешката при измерване на въздействието на температурата в магнитотранзисторите?
2. Какви магнитомодулаторни системи се предлагат като ефективни в преобразувателите за линейни премествания?

3. Кои магнитотранзистори в общия случай са по-чувствителни: N-P-N или P-N-P.

В дисертацията отсъстват принципни грешки или методични неточности.

6. Крайно заключение

Дисертационният труд представлява комплексно научно-приложно изследване в областта на магнитотранзисторната сензорика. Имайки предвид доказаната и убедителна органична връзка на научно-приложните и приложните приноси и резултати, които определям за нови; оригиналните подходи и идеи, съдържащи се в изследването; и възможността за тяхната индустриална приложимост ми дават увереност да препоръчам на Уважаемото научно жури да присъди на **маг. инж. Димитриос Теодосиос Казолис** образователната и научната степен „Доктор” в област на висше образование: 5. Технически науки; професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика; докторска програма „Електронизация“.

15.12.2021 г.
София

Рецензент: /п/
акад. Чавдар Руменин