

Изследване на статичните характеристики на елемент на Хол Първа част

Никола Драганов, Анатолий Александров

Research over characteristics of Hall elements: There are many methods for detecting and measuring magnetic fields. Sensors for measuring inductance of magnetic field are mainly divided on electromagnetic and galvanomagnetic types. There is nowadays a variety of galvanomagnetic sensors, which work on different phenomena – magnetoresistive, magnetodiode, magnetotransistor, Hall element sensors, etc. Hall elements have simple structure. Hall elements are developed in many designs, which differ from each other in structure, number of leads, technology and substrate materials, axis of sensitivity, etc., with the task to satisfy the needs of science and technics. Knowledge of their characteristics and parameters is needed in the field of engineering. Thus there is necessity of determining precisely the parameters of Hall sensors, which will lead to the increase in their application efficiency.

Key words: Hall sensors, measuring of magnetic field, magnetic field control device.

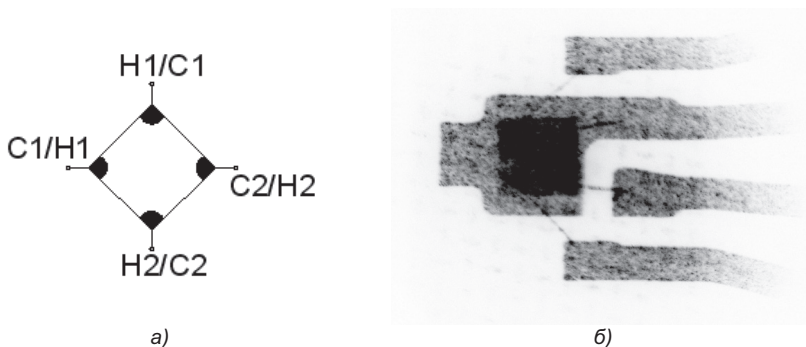
ВЪВЕДЕНИЕ

Елементите на хол намират широко приложение в електрониката, автоматиката, измервателната техника и др. Те се различават по структура, брой изводи, технология и материали за изготвяне, ос на чувствителност и други. В инженерната практика е необходимо да се познават техните характеристики и параметри. Това налага необходимостта от параметризиране на елементите на Хол, с оглед повишаване на приложната им ефективност и улесняване на тяхното моделиране и проектиране [1-5].

Целта на настоящата разработка е да се изследват основните статични характеристики на дискретен елемент на Хол, тип VHE101.

ИЗЛОЖЕНИЕ

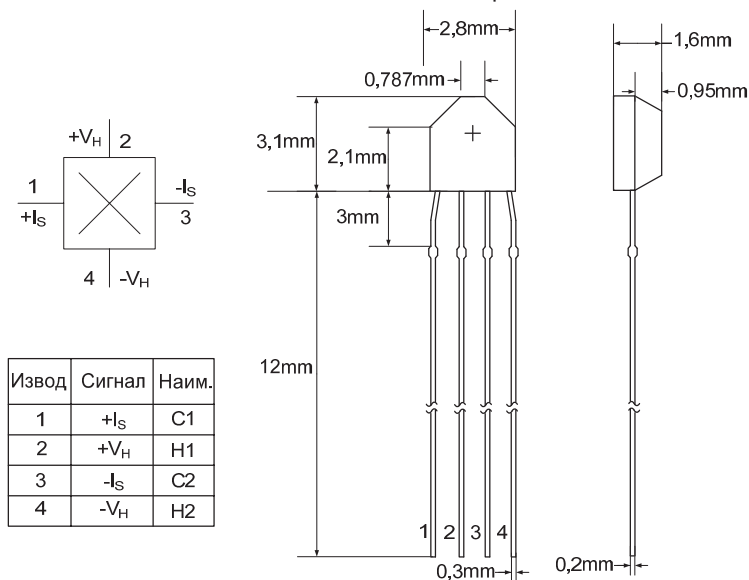
Изследваният галваномагнитен сензор е изработен в пластмасов корпус с едностранно разположение на изводите. Той има симетрична конструкция (фиг.1а), което се доказва с измерените еднакви съпротивления между изводите му ($R_X=R_Y=714\Omega$) и направената рентгенографска снимка (фиг.1б). На фиг. 2 са показани схемното означение, наименованието на изводите и чертеж на корпуса на изследвания елемент на Хол, тип VHE101E.



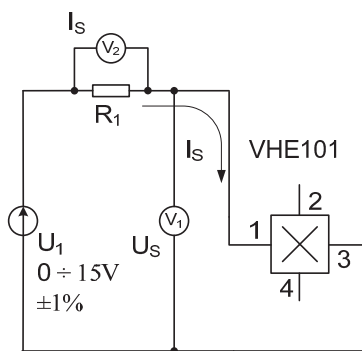
Фиг. 1. Експериментален образец на елемент на Хол, тип VHE101:
а) структура; б) рентгенография

Входните статични характеристики $U_S = f(I_S)$, са изследвани при постоянни стойности на магнитната индукция ($B = 0 \div 1,5 \text{ T}$) и температурата на околната среда ($T_0 = \text{const}$).

Схемата на опитната постановка е показана на фиг. 3.



Фиг. 2. Графично означение и чертеж на корпус на елемента на Хол, тип VHE101E



Фиг. 3. Опитна постановка за изследване на входните характеристики - $U_H = f(I_S)$

Захранването ѝ се осъществява от стабилизирания регулируем източник U_1 ($0 \div 15V \pm 1\%$). Управляващият ток I_S се създава от високоомния резистор R_1 и се измерва с помощта на цифровия волтметър V_2 , като пад на напрежение върху същия резистор.

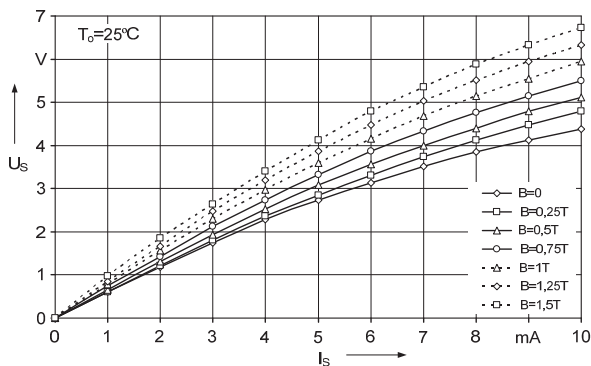
Получените входни характеристики $U_S = f(I_S)$ са показани на фиг. 4. Те са заснети при постоянна температура ($T_0 = 25^\circ\text{C}$) и при седем стойности на магнитната индукция ($B = 0 \div 1,5\text{T}$).

Анализът им показва:

- Експерименталните характеристики са нелинейни, като този характер се запазва в целия изследван диапазон на изменение на магнитната индукция B ;

- При отсъствие на магнитно поле ($B = 0$) с увеличаване на управляващия ток намалява падът на напрежение върху електрическия вход на експерименталния образец;

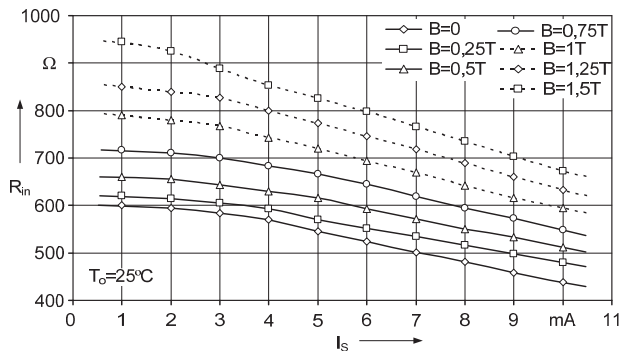
- При прилагане на магнитно поле ($B \neq 0$) се наблюдава повишаване на стръмността на характеристиката, което се обяснява с нарастване на входното съпротивление на образеца. Това се дължи на проявявания се магниторезистивен ефект, който възниква поради удължаване на пътя, изминат от електроните при магнитно поле, различно от нула ($B \neq 0$).



Фиг. 4. Експериментални входни характеристики – $U_s=f(I_s)$, $B=const$; $V = const$, $T_0 = 25^\circ C$

Въз основа на получените входни характеристики може да се определи входното съпротивление R_{in} на експерименталния образец. То се определя като съпротивление между двата управляващи електрода на изследваният елемент на Хол.

На фиг.5 е представено семейството характеристики $R_{in}=f(I_s)$, отразяващи изменението на входното съпротивление в зависимост от управляващия ток I_s при постоянна магнитна индукция ($B = const$).

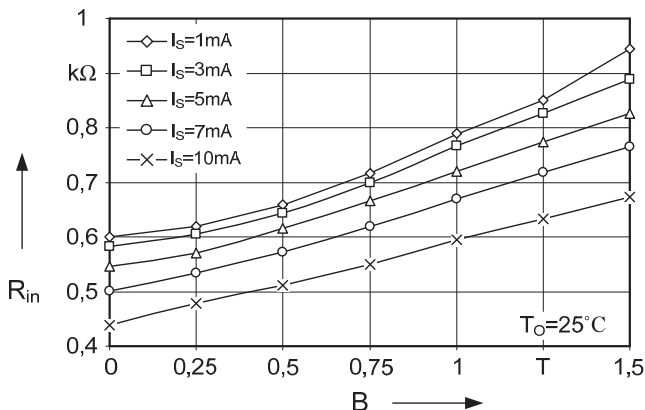


Фиг. 5. Зависимост на входното съпротивление от управляващия ток и магнитната индукция $R_{in} = f(I_s)$, $B = const$, $T_0 = 25^\circ C$

Анализът им показва, че входното съпротивление силно зависи от управляващия ток I_s . При отсъствие на магнитно поле ($B=0$) и увеличаване на управляващия ток ($I_s=1\div 10mA$) входното съпротивление на образеца намалява със 162Ω . Най-чувствително това се наблюдава при по-високите стойности на управляващия ток ($I_s>4mA$), където спадането на параметъра R_{in} е с $36,77\%$ за $1mA$. Приложеното управляващо магнитно поле B повишава входното съпротивление, но характерът на изменение на R_{in} в зависимост от управляващия ток I_s остава същият, както при $B=0$. При магнитно поле с индукция $B=1,5T$ входното съпротивление се изменя от $R_{in}=945\Omega$ за $I_s=1mA$ до $R_{in}=673\Omega$ за $I_s=10mA$.

Промяната на големината на магнитното поле B също оказва влияние върху стойностите на входното съпротивление R_{in} (фиг. 6). Както е видно от графиката, при

управляващ ток $I_S=1\text{mA}$ и увеличаване на V в диапазона от 0 до 1,5T входното съпротивление R_{in} се повишава с 345Ω.



Фиг. 6. Зависимост на входното магнитосъпротивление от управляващото магнитно поле

С увеличаване на големината на магнитната индукция нараства степента на изменение на входното съпротивление. При постоянна стъпка на изменение на прилаганото магнитно поле B , стъпката на изменение на входното съпротивление се увеличава, като при изменение на индукцията от 0 до 0,250T, R_{in} се изменя едва с 20Ω, докато при изменение на магнитното поле от 1,25T до 1,5T, R_{in} се изменя с 95Ω, или почти с 27,38% от общото изменение.

Приложеното магнитно поле B и управляващия ток I_S оказват комплексно влияние върху изменението на магнитното съпротивление на елемента. При изменение на индукцията на магнитното поле ($B=0+1,5T$) магнитосъпротивлението R_{in} нараства от 600Ω до 950Ω, при управляващ ток $I_S=1\text{mA}$, и от 438Ω до 637Ω, при $I_S=10\text{mA}$. По-слабо изменение на магнитосъпротивлението, се наблюдава при нарастване на управляващия ток ($I_S=1+10\text{mA}$) – $R_{in}=600+438\Omega$, при $B=0$ и $R_{in}=945+673\Omega$, при $B=1,5T$.

Проведеното изследване на магнитносъпротивлението на елемента на Хол показва, че R_{in} е по-чувствително към големината на магнитното поле отколкото по отношение на управляващия ток (фиг. 5 и 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Синтезирана и реализирана е схема на опитната постановка за изследване на входните статични характеристики на дискретни елементи на Хол.

2. Изследван е експериментален дискретен елемент на Хол, тип VNE101E. Установена е симетрична констукция на магниточувствителният емент, като са измерени съпротивленията между електродите и е направена рентгенографска снимка.

3. Изследвани са входните статични характеристики, като са заснети експерименталните входни характеристики $I_S=f(U_S)$, при няколко стойности на приложеното магнитно поле и постоянна околна температура. Анализът им показва, че те са със слабоизразена нелинейност, запазваща се в целият изследван диапазон на магнитното поле и управляващият ток.

4. На базата на заснетите експериментални входни характеристики са построени зависимостите входното съпротивление R_{in} от управляващият ток I_S и приложената магнитна индукция B . Анализът им показва запазване на нелинейният характер на изменение на входното съпротивление, както спрямо управляващия ток, така и спрямо приложеното магнитно поле. Установено е, че входното съпротивление е зависимо с приблизително еднаква степен и от двата управляващи параметъра.

5. Получените експериментални резултати могат да намерят приложение, както за паспортизирането на такъв тип сензорни елементи, така в научноизследователската дейност, където биха били много полезни за изграждане на виртуални библиотеки с моделни параметри в полза на функционалното моделиране.

Всички опитни схеми и експериментални резултати са реализирани и проведени в лабораторията по „Сензорна техника” при Технически университет – Габрово.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Александров, А., Н. Драганов. Работа на елемент на Хол с ортогонална магниточувствителност в криогенна среда. Сборник доклади международна научна конференция UNITECH–09, 20-21 Ноември, 2009, стр.177-181

[2] Драганов, Н., А. Александров. Изследване на елементи на Хол. Сборник с доклади международна научна конференция UNITECH–06. Том 1, Габрово, 2006.

[3] Драганов, Н., А. Александров. Изследване на съвместна работа на елементи на Хол. Сборник с доклади международна научна конференция UNITECH–07. Том 1 стр.193-196 Габрово, 2007.

[4] Andonova, A. V., A. T. Aleksandrov, N. D. Draganov, N. M. Kafadarova, S. K. Andreev. Thermal Difference Investigation of the Boundary Surfaces of Hall Element. 32nd International Spring Seminal on Electronics Technology – ISSE 2009, Brno, Czech Republic, 13-17 May 2009, p. 174 – 175.

[5] Draganov, N., A. Aleksandrov. Research of temperature dependence of the hall element. Journal of the Technical University of Gabrovo, Vol. 40, Gabrovo, 2010, p. 67-69.

За контакти:

Д-р инж. Никола Драганов Драганов, катедра “Електроника”, Технически университет - Габрово, тел.: 066 827 201, e-mail: niko_draganov@mail.bg

Доц. д-р инж. Анатолий Трифонов Александров, катедра “Електроника”, Технически университет - Габрово, тел.: 066 827 551, e-mail: alex@tugab.bg

Докладът е рецензиран.