

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРИ НА МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛНА ИНТЕГРАЛНА СХЕМА

доц.к.т.н.инж. Петко Жечев Тодоров,
ст.ас.инж. Анатолий Трифионов Александров-
ВМЕИ-Габрово, 1993

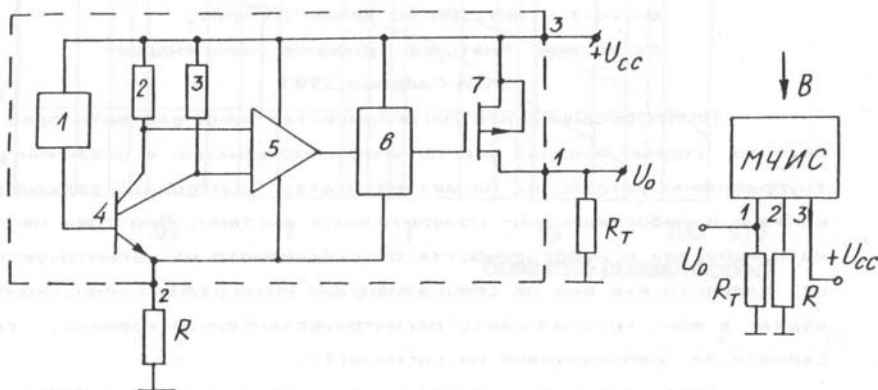
Полупроводниковите магниточувствителни елементи през последните години намират все по-широко приложение в различни магнитоуправляеми устройства на автоматиката, контрола, регулирането, както и в информационно-измерителните системи. При това непрекъснато нараства и необходимостта от създаването на магниточувствителни елементи във вид на специализирани интегрални схеми, които съдържат в един кристал както магниточувствителния елемент, така и схемата за преобразуване на сигнала[1].

Сред магниточувствителните интегрални схеми (МЧИС) са известни полупроводниковите силициеви ИС с елемент на Хол, които са изпълнени по биполярна технология с диодна изолация[2-4]. Относително ниската магниточувствителност и големия толеранс на параметрите на интегралните елементи на Хол, както и ниското ниво на интеграция, присъщи на биполярните ИС с диодна изолация, сложността и високата цена на тази технология обуславят редица принципни недостатъци на тези ИС. От своя страна това ограничава възможностите за тяхното масово приложение в практиката.

Значително по-перспективни са магниточувствителните елементи от магнитотранзисторен тип в съчетание с CMOS технология за изготвянето на специализирани МЧИС. Те се отличават с по-висока чувствителност, с по-ниски стойности на захранващите токове и напрежения, с по-висока интегрална плътност и от там с по-малки габарити и цена.

В "Институт по приложна физика" - гр. Пловдив е разработена магниточувствителна интегрална схема с цифров изход. Тя съчетава в себе си високата магниточувствителност на двуколекторния хоризонтален магнитотранзистор $n-p-n$ тип, който се използва в качеството на първичен преобразувател и съвременните постижения на CMOS технологията със самосъвместен гейт. Тази МЧИС е сравнително нов елемент, за който липсват литературни данни. В настоящата работа са

представени резултатите от експерименталните изследвания на нейните основни характеристики и параметри. МЧИС е разположена в пластмасов корпус с 3 извода, изработени от немагнитен материал. Блоквата схема и начина на свързване са показани на фиг. 1.



Фиг. 1

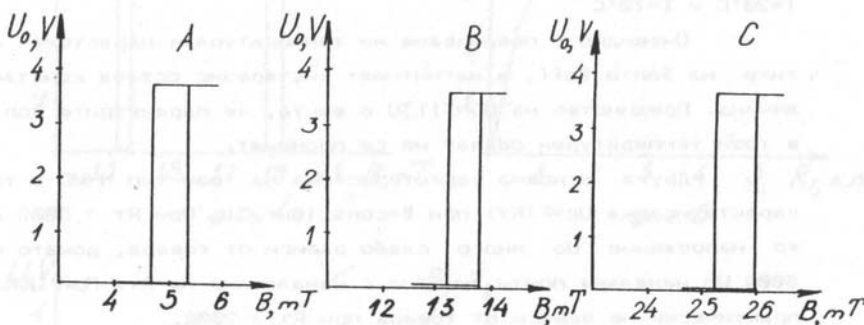
- 1 - генератор на ток ; 5 - диференциален усилвател ;
 2,3 - товар на колектора ; 6 - ключова схема ;
 4 - чувствителен елемент ; 7 - изходно стъпало .

Произвежданите МЧИС се различават по своята чувствителност и по състоянието на изхода в отсъствие на магнитно поле (логическа нула или логическа единица). Проведени са експериментални изследвания на МЧИС от класовете А, В и С, и резултатите са съпоставени с биполарната интегрална схема UGN313U на фирмата "SPAQUE ELECTRIC", която използва като чувствителен елемент преобразувател на Хол.

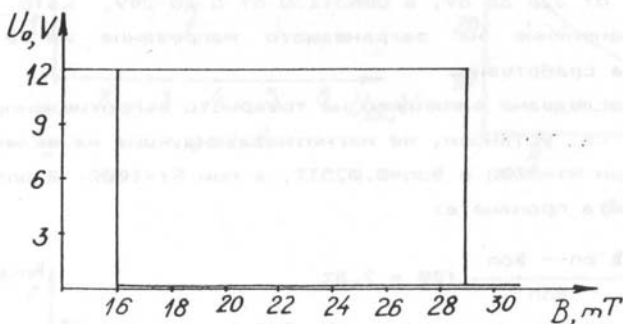
Основна характеристика на МЧИС е предавателната характеристика $U_o = F(B)$ при $U_{cc} = \text{const}$. Тя изразява зависимостта на нивото на изходното напрежение от стойността на магнитната индукция. На фиг. 2 а, в и с са показани тези характеристики за ИС от класовете А, В и С, а на фиг. 3 на ИС UGN 3113U. От предавателната характеристика се определят следните параметри: магнитна индукция на включване B_{on} ; магнитна индукция на изключване B_{off} ; магнитен хистерезис $\Delta B = B_{off} - B_{on}$; както и изходните високо и ниско логически нива U_{on} и U_{oL} .

Под индукция на включване B_{on} за схемите с логическа нула

на изхода при $B=0$, се разбира магнитната индукция, при която става превключване на изходното напрежение от ниско във високо логическо ниво, а на изключване B_{off} – от високо в ниско логическо ниво или обратно за схемите с логическа единица на изхода при $B=0$.



Фиг. 2



Фиг. 3

В таблица 1 са представени получените резултате.

Табл. 1

Тип	B_{on}, T	B_{off}, T	B, T
МЧИС кл. А	0,0047	0,0054	0,0007
МЧИС кл. В	0,0133	0,0138	0,0005
МЧИС кл. С	0,0253	0,0260	0,0007
UGN 3113U	0,0160	0,0290	0,0130

Анализът на тези резултати показва, че:

- МЧИС от клас А и клас В имат по-добра магниточувствителност от UGN3113U;
- българските МЧИС и от трите класа имат по-тесен магнитен хистерезис от UGN3113U.

На фиг.4 са показани предавателните характеристики при $T=20^{\circ}\text{C}$ и $T=70^{\circ}\text{C}$

Очевидно с повишаване на температурата нарастват стойностите на B_{on} и B_{off} , а магнитният хистерезис остава константна величина. Предимство на UGN3113U е факта, че параметрите B_{on} и B_{off} в този температурен обхват не се променят.

Друга основна характеристика на този тип МЧИС е товарната характеристика $U_0=F(R_T)$ при $V=const$ (фиг.5). При $R_T > 800\Omega$ изходното напрежение U_0 много слабо зависи от товара, докато при $R_T < 800\Omega$ U_0 намалява почти линейно с намаляване на R_T . При UGN3113U U_0 практически не зависи от товара при $R_T > 200\Omega$.

Изследвано е влиянието на изменението на захранващото напрежение върху работоспособността на ИС - $U_0=F(U_{cc})$ фиг.6 и $B_{on}=F(U_{cc})$ фиг.7. Българските МЧИС са работоспособни при захранващо напрежение от 3,5 до 6V, а UGN3113U от 5 до 24V, като в този обхват на изменение на захранващото напрежение не се променя нейния праг на сработване.

При изследване влиянието на товарното съпротивление върху B_{on} и B_{off} се установи, че магнитната индукция на включване за МЧИС клас С при $R_T=800\Omega$ е $B_{on}=0.0253\text{T}$, а при $R_T=100\Omega$ - $B'_{on}=0.026\text{T}$, т.е. процентната промяна е:

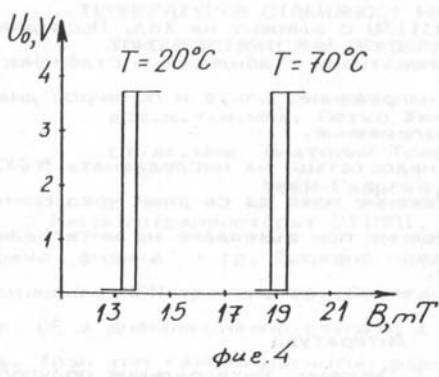
$$\delta = \frac{B'_{on} - B_{on}}{B_{on}} \cdot 100 = 2,8\%$$

Товарната характеристика $U_0=F(I_0)$ е представена на фиг.8. От нея могат да се отчетат статично и динамично съпротивление:

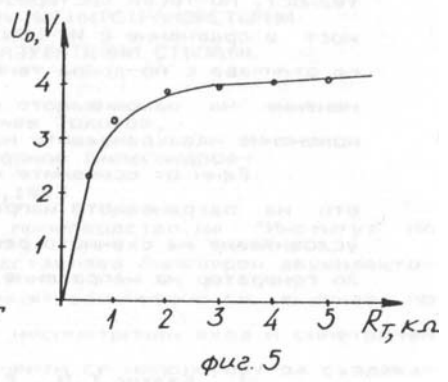
$$R = \frac{U}{I} = 912 \Omega ; \quad R_d = \frac{\Delta U}{\Delta I} = 250 \Omega.$$

Средната консумирана мощност на цифровата МЧИС при $U_{cc}=5V$ за българската интегрална схема е $P_{ccav}=12\text{mW}$, а за ИС UGN3113U - $P_{ccav}=30\text{mW}$.

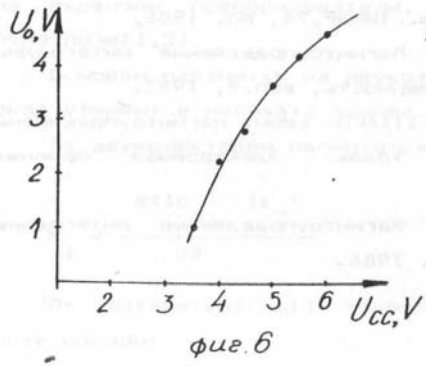
В заключение следва да се отбележи, че МЧИС с чувствителен



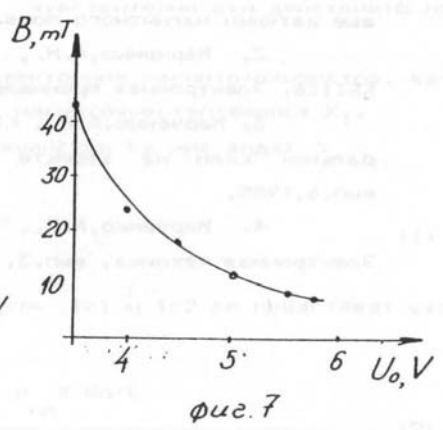
фиг. 4



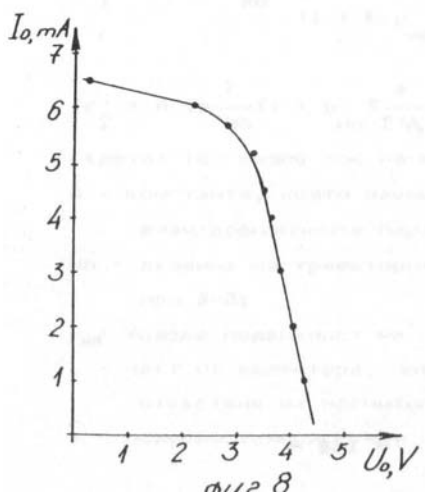
фиг. 5



фиг. 6



фиг. 7



фиг. 8

елемент многоколлекторен магнитотранзистор има по-висока чувствителност, по-тесен хистерезисен цикъл и по-ниска консумирана мощност в сравнение с ИС UGN3113U с елемент на Хол. Последната обаче се отличава с по-добра температурна стабилност и стабилност от изменение на захранващото напрежение, както и по-широк диапазон на изменение на захранващото напрежение.

Един от основните недостатъци на изследваната МЧИС влиянието на захранващото напрежение може да се реши чрез по-нататъшно усложняване на схемното решение при въвеждане на интегрално съплато генератор на напрежение.

Литература

1. Балтес, Г.П., Р.С. Попович, Интегралные полупроводниковые датчики магнитного поля. ТИИЭР, 74, №8, 1986.
2. Марченко, А.Н., Магнитоуправляемые интегральные схемы КБ1116. Электронная промышленность, вып. 4, 1983.
3. Марченко, А.Н., К1116КП- серия магнитоуправляемых интегральных схем на эффекте Холла. Электронная промышленность, вып. 6, 1985.
4. Марченко, А.Н., Магнитоуправляемые интегральные схемы. Электронная техника, вып. 3, 1986.