

HOVH.R. DASHTOYAN, HAR.R. DASHTOYAN, V.V. BUNIATYAN
FABRICATION AND RESEARCH OF THE Au/BST/Au BULK CERAMIC CAPACITORS

Widely used and prospective complex oxide ferroelectric material barium strontium titanate (BST) is synthesized. Bulk ceramics and capacitors are developed from synthesized BST powders. The synthesis of BST is realized by two different chemical synthesis methods: citrate-gel synthesis (CGS) and self-propagating high-temperature synthesis (SHS). The obtained powders and ceramics are characterized by means of SEM, EDS and XRD methods. From BST powders obtained by SHS and CGS high density ceramics ($\sim 5,1 \text{ g/cm}^3$) have been made by dry pressing, which have been annealed in the oxygen atmosphere at a temperature of $\sim 1300^\circ\text{C}$. Based on the manufactured ceramics, Au/BST/Au ceramic capacitors have been developed, their dielectric properties are studied over a wide temperature and frequency range.

Keywords: citrate-gel synthesis, self-propagating high-temperature synthesis, barium-strontium titanate (BST), bulk ferroelectric capacitors.

ՀՏԴ 621.3.049

Հ.Ռ. ԶԻՐՈՅԱՆ, Ն.Պ. ԻՍՊԻՐՅԱՆ

**ՖԵՐՈԷԼԵԿՏՐԻԿԱԿԱՆ ՀԻՇՈՂ ՍԱՐՔԵՐԻ ԵՎ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ
ՀԱՃԱԽԱԿԱՆԱՅԻՆ ՈՒ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԱՅԻՆ ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ**

Առաջարկվում է հիշող սարք, որը ոչ գերբարձր հաճախությունների դեպքում տեխնիկատնտեսական իմաստով ավելի նպատակահարմար է օգտագործել, քան ֆերոմագնիսական հիշող սարքերը: Սարքն աշխատում է ֆերոէլեկտրիկների հիման վրա, որոնք տարբեր ջերմաստիճաններում կամ հաճախությունների դեպքում նույն կենտրոնի շուրջում ունեն հիստերեզիսի մի քանի օղակներ:

Առանցքային բառեր. ֆերոէլեկտրիկ, հիստերեզիսի օղակ, բևեռացում, կոնդենսատոր, տեղեկայթի վերականգնում:

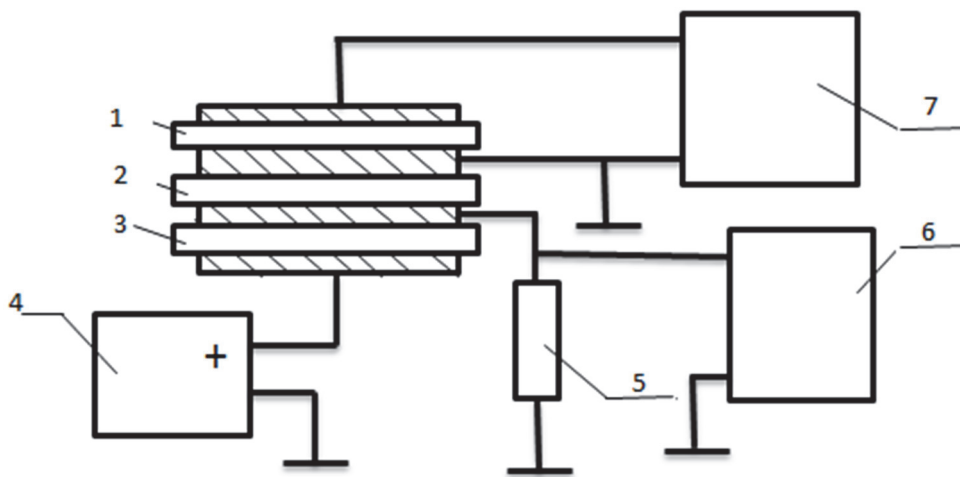
Ներածություն: Աշխատանքի նպատակն է ստեղծել հիշող սարքեր՝ օգտագործելով ֆերոէլեկտրիկներ:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Ուսումնասիրվում են ձայնաէլեկտրական եղանակով բևեռացված նմուշի բևեռացման հաճախականային և ջերմաստիճանային կախվածությունները:

Ինչպես հայտնի է, որոշ մետաղներ (երկաթ, կոբալտ, նիկել) օժտված են մագնիսական բևեռացման ինքնաբերական հատկությամբ: Այս երևույթը հայտնի է

որպես ֆերոմագնիսական երևույթ, իսկ այդ հատկությունն ունեցող նյութերը՝ ֆերոմագնիսներ: Ավելի ուշ հայտնի են դարձել ֆերոմագնիսների էլկտրական անալոզները, որոնցում ինքնաբերաբար առաջանում և երկար ժամանակ պահպանվում են էլկտրական բևեռացումները: Նյութերի այս նոր դասն անվանում են ֆերոէլեկտրիկներ: Հայտնի է, որ նյութերի այս դասը բևեռային դիէլեկտրիկներ են, այսինքն՝ դրանց մոլեկուլներում դրական և բացասական լիցքերի ծանրությունների կենտրոնները իրարից բաժանված են, և արդյունքում՝ նյութը կազմող ցանկացած մոլեկուլ արդեն պատրաստի դիպոլ է: Ներկայումս հայտնի են մի ամբողջ դաս ֆերոէլեկտրիկներ, որոնցում բյուրեղային հավասարակշռությունը (երբ ազատ էներգիան ձգտում է նվազագույն արժեքի) տեղի է ունենում այն դեպքում միայն, երբ առանձին տեղամասերում նշված դիպոլներն ուղղված են մեկ որոշակի ուղղությամբ: Բյուրեղի ծավալի այդպիսի տեղամասերն անվանվում են դոմեններ: Իրականում այդ դոմենները դասավորված են լինում քառսայնորեն, և արդյունքում՝ նյութը՝ որպես ամբողջություն, արդյունարար դաշտ չունի [1]:

Որպեսզի նյութը ձեռք բերի որոշակի արդյունարար դաշտ, և այն պահպանվի, անհրաժեշտ է նշված դասի ցանկացած նմուշ նախապես բևեռացնել: Բևեռացնելու համար առաջարկում ենք օգտվել, այսպես կոչված, բևեռացման ձայնաէլեկտրական եղանակից, որի բլոկ-սխեման բերված է նկ. 1-ում:



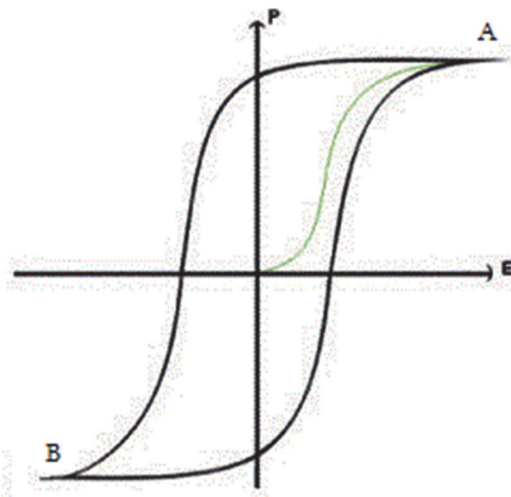
Նկ. 1. Բևեռացման ձայնաէլեկտրական եղանակի բլոկ-սխեման.

1. ուլտրաձայնային փոխակերպիչ, 2. դիէլեկտրիկ միջնորմ, 3. բևեռացվող նմուշ,
4. բարձր լարման աղբյուր, 5. դիմադրությունների փուփ, 6. ինքնագիր սարք (օսցիլագր), 7. բարձր հաճախականային գեներատոր

Բարձր հաճախականային (7) գեներատորից փոփոխական լարում է տրվում (1) պեզոփոխակերպիչին, վերջինիս ուլտրաձայնային տատանումները (2) դիէլեկտրիկ միջնորմով փոխանցվում են բևեռացվող (3) նմուշին: Միաժամանակ, բարձր լարման (4) աղբյուրից նմուշին կիրառվում է հաստատուն բևեռացնող լարում: Այդ լարումը կծգտի նմուշի դոմենները համուղղել նույն ուղղությամբ: Քանի որ յուրաքանչյուր դոմեն ունի իր ստեղծած էլեկտրական դաշտը, ապա ըստ Մաքսվելի տեսության՝ դոմենի դիրքի փոփոխությունը կառաջացնի էլեկտրական դաշտի փոփոխություն, որն էլ համարժեք է հոսանքի առաջացմանը: Այդ հոսանքը կանցնի դիմադրությունների (5) տուփով, կառաջացնի լարման որոշակի անկում: Այդ լարումը գրանցվում է կամ (6) ինքնագիր սարքով կամ օսցիլագրով: Երբ (6)-ի վրա հոսանքի տատանումները այլևս չեն նկատվում, դա վկայում է այն մասին, որ (3)-ի բևեռացումն արդեն ավարտվել է:

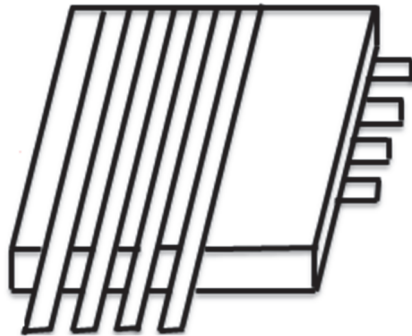
Ըստ այս բևեռացման՝ մինչդոմենային կապերը թուլացվում են ոչ թե ջերմաստիճանի բարձրացումով, այլ վերը նշված ուլտրաձայնային տատանումների միջոցով:

Ինչպես հայտնի է, բոլոր ֆերոէլեկտրական նյութերը հանդես են բերում մի յուրօրինակ հատկություն, որն ընդունված է անվանել հիստերեզիսի օղակ: Տարբեր նյութերի դեպքում այդ օղակի թեքվածությունը առանցքների նկատմամբ տարբեր է. որքան այդ օղակը ուղղանկյանը մոտ լինի, այնքան այն նպատակահարմար կլինի օգտագործել հիշող սարքեր ստանալու համար: Պարզ է, որ ցանկալի է՝ տվյալ նյութի հագեցման հոսանքը (նկ. 2 A,B) ստացվի հնարավորինս ցածր լարումների դեպքում:



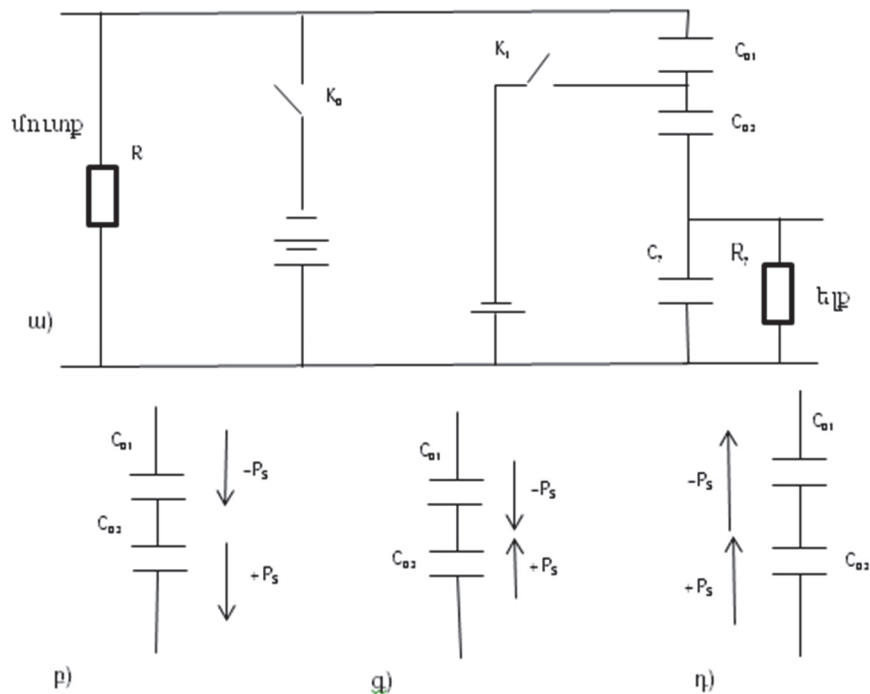
Նկ. 2. Հիստերեզիսի օղակ

Պայմանականորեն նկ. 2-ում A դիրքը համարենք տրամաբանական 1, իսկ B դիրքը՝ տրամաբանական 0: Եթե բևեռացված նմուշին կիրառենք դրական լարում (A-ին համապատասխան), ապա հոսանք գրանցող սարքը ոչ մի հոսանք չի գրանցի, ուրեմն նմուշում գրանցված է եղել տրամաբանական 1-ը: Իսկ եթե տանք բացասական լարում (B-ին համապատասխանող), ապա բոլոր դոմենները 180° -ով կշեղվեն, կգրանցվի որոշակի հոսանք, որից էլ կեզրակացնենք, որ մինչ այդ եղել էր տրամաբանական 1 վիճակը, որը անցավ տրամաբանական 0 վիճակին: Այս փաստը կարելի է օգտագործել հիշող սարք ստանալու համար: Այս նպատակը իրականացնելու համար առաջարկում ենք նկ. 3-ում պատկերված կառուցվածքը [2]:



Նկ. 3. Ֆերոէլեկտրիկական մաքրիցային տարրի էլեկտրոդների դասավորությունը

Բևեռացված թիթեղի հակադիր նիստերի վրա նստեցնենք փոխուղղահայաց հաղորդիչ էլեկտրոդներ: Այդ հակադիր էլեկտրոդներից ցանկացած զույգի փոխհատման տիրույթում համապատասխան լարում կիրառելով՝ կարող ենք նմուշի բևեռականությունը փոխել այս կամ այն ուղղությամբ: Այլ կերպ ասած, նշված զույգերի քառակուսուն հավասար թվով նմուշում կարող ենք ամրագրել տրամաբանական մեկեր կամ զրոներ: Նշվածներից որոնք են մեկեր կամ զրոներ, կարող ենք որոշել ըստ նկ. 4-ում բերված սխեմայի: Այս սխեման գործնականում անմիջական վերականգման սխեմաներից մեկն է, որը հիմնված է երկու ֆերոէլեկտրիկական կոնդենսատորների հաջորդական միացման վրա:



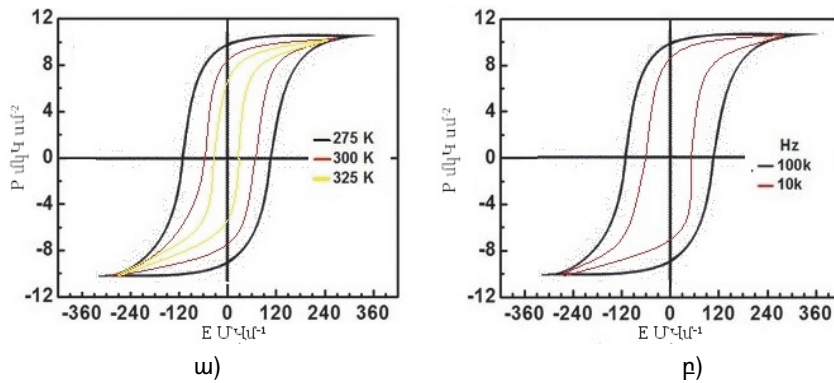
Նկ. 4. Տեղեկույթի վերականգնումով ընթերցում.

ա) գրման և ընթերցման սխեման, բ) ֆերոկոնդենսատորների սկզբնական վիճակը, գ) հիշող բջջում գրանցված է 0, դ) հիշող բջջում գրանցված է 1

Ֆերոկոնդենսատորների սկզբնական վիճակ ընդունվում է այն վիճակը, որը համապատասխանում է „0“-ի գրանցմանը (նկ.4 բ): Եթե սխեմայի մուտքին տանք հերթականությամբ $-2U$ իմպուլսներ և $+2U$ վերականգնող իմպուլսներ, ապա սխեմայի աշխատանքի հիմքում կլինի այս 2 կոնդենսատորների վերաբևեռացումը: Բայց եթե փակենք K_0 բանալին՝ K_1 բանալու բաց վիճակի դեպքում, ապա C_{02} կոնդենսատորը կփոխանջատվի (նկ. 4 գ): K_0 բանալու անջատման ժամանակ սխեմայում կհայտնվեն 2 հաջորդաբար միացված ֆերոկոնդենսատորներ՝ մնացորդային բևեռացման վեկտորի տարբեր ուղղություններով: Այս դեպքում ոչ մեկը չի փոխանջատվի լարման ցանկացած բևեռականության դեպքում: Սա բացատրվում է նրանով, որ հիստորեզիսային օղակը հաջորդաբար միացված կոնդենսատորների համար տեսականորեն վեր է ածվում արբուցիների առանցքին գրեթե համընկնող ուղղի: Եթե K_0 և K_1 բանալիները միացնենք միաժամանակ, ապա C_{01} ֆերոկոնդենսատորը փոխանջատում է այն դրությունը, որում գտնվում է C_{02} ֆերոկոնդենսատորը (նկ. 4 դ), այսինքն՝ հիշող բջջում գրանցվում է տրամաբանական 1:

Վերջին ժամանակներս սինթեզվել են ֆերոէլեկտրիկներ, որոնց բևեռացումը կախված է ջերմաստիճանից կամ կիրառված լարման հաճախությունից, և որոնք նույն սկզբնական շուրջը կարող են ունենալ մեկից ավելի հիստերեզիսի օղակներ [3]:

Նշված նյութի բյուրեղային կառուցվածքը վյուրտցիտային է: Չնայած արդեն կան հաղորդագրություններ, որ նույնատիպ հատկությամբ կարող են օժտված լինել ցինկի խաբկանք տիպի կառուցվածքները: Նշված բյուրեղներում բյուրեղային կառուցվածքն ունի մեկից ավելի թվով տարբերակներ, ինչը հիմնականում արտահայտվում է տարրական բջջի կենտրոնում գտնվող ատոմի տարբեր ջերմաստիճաններում տարբեր դիրքերում գտնվելով: Ինչպես երևում է նկ. 5-ի ա)-ից, 275° Կ-ի դեպքում միջանկյալ ատոմի դիրքն այնպիսին է, երբ դիպոլների քանակը դոմենի ներսում ավելին է, քան 300° Կ-ի դեպքում, իսկ 300° Կ-ի դեպքում միջանկյալ ատոմի դիրքն այնպիսին է, երբ դոմենների քանակը ներսում ավելին է, քան 325° Կ-ի դեպքում:



Նկ. 5. Հիստերեզիսի օղակներ՝ կախված ջերմաստիճանից և կիրառված լարման հաճախությունից (վինիլիդենֆորիդ կամ փրիֆորոբերիլին)

Նկ. 5-ի բ)-ում բերված են սենյակային ջերմաստիճանում 100 ԿՀg և 10 Կհg ընթերցվող հաճախությունների դեպքում հիստերեզիսի օղակները: Չնայած բարձր հաճախության դեպքում (100 ԿՀg) հագեցման հոսանքը ստացվում է մի փոքր ավելի բարձր, սակայն այդ արժեքը ստացվում է 200 ՄՎ-ով բարձր լարվածության դեպքում, քան 10 ԿՀg հաճախության դեպքում: Ավելի նպատակահարմար է համեմատաբար ցածր հաճախություններով ընթերցվող լարումներից օգտվելը: Եթե այս տիպի նյութերը օգտագործվեն նկ. 3-ի եղանակով, ապա հիշող սարքի ֆունկցիոնալ հնարավորությունները ավելի կմեծանան, քանի որ որպես տրամաբանական մեկ և զրո միաժամանակ կարող ենք օգտագործել մեկից ավելի հիստերեզիսի օղակներ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Глозман И. А. Пьезокерамика.- 1972.
2. Pulvary С.Ф. Memory matrix using ferroelectric condensers as bistable elements //Journ. Ass compating machinery.- 1955.-V.2.
3. Дне. Барфут. Введение в физику сегнетоэлектрических явлений. – 1970.

Ա.Ր. ՅԻՐՕՅԱՆ, Ն.Ս. ԻՏՍԻՐՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ЧАСТОТНОЙ И ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТЕЙ

Предлагается запоминающее устройство, работающее на основе ферроэлектриков (имеющих при разных температурах или частотах возле одного и того же центра несколько петель гистерезиса), которые с технико-экономической точки зрения, более целесообразно использовать в случае отсутствия сверхвысоких частот, чем ферромагнитные запоминающие устройства.

Ключевые слова: ферроэлектрик, петля гистерезиса, поляризация, конденсатор, восстановление информации.

H.R. ZIROYAN, N.P. ISPIRYAN

INVESTIGATING THE FERROELECTRIC STORAGE DEVICES AND POLARIZATION FREQUENCY AND TEMPERATURE DEPENDENCES

A storage device working based on ferroelectrics (which have several hysteresis loops in different temperature or frequencies) is proposed which, in case of non-high frequencies, from the technical-economical point of view is more expedient to be used than the ferromagnetical one.

Keywords: ferroelectric, hysteresis loop, polarization, condenser, recovery of information.