



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2017 00964**

(22) Data de depozit: **22/11/2017**

(41) Data publicării cererii:  
**30/07/2018** BOPI nr. 7/2018

(71) Solicitant:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
FIZICA MATERIALELOR,  
STR. ATOMIȘTIILOR NR. 405A,  
MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:  
• **VELEA ALIN, STR.ȘOLDANULUI NR.23,  
BL.97, SC.2, AP.17, SECTOR 4,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **GÂLCĂ AURELIAN-CĂTĂLIN,  
STR.FLORILOR NR.2-6, AP.P2,  
MĂGURELE, IF, RO;**  
• **SOCOL GABRIEL, STR. FIZICIENILOR  
NR.19, BL.M 2, SC.1, AP.2, MĂGURELE, IF,  
RO;**  
• **MIHAI CLAUDIA, STR.ETERNITĂȚII NR.4,  
CIOCHINA, IL, RO**

(54) **STRUCTURĂ FORMATĂ DIN DOUĂ STRATURI SUBȚIRI  
SUPRAPUSE, DIN MATERIALE CU SCHIMBARE DE FAZĂ  
CU TREI STĂRI LOGICE DE MEMORIE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o structură formată din două materiale cu schimbare de fază, care poate fi folosită într-o celulă cu memorie pentru a stoca trei stări logice diferite. Structura conform invenției este formată din două straturi suprapuse, realizate din materiale cu schimbare de fază, și anume: GeTe și GaSb, structura fiind obținută prin depunere laser pulsată, între electrozi

metalici, într-o incintă vidată, folosindu-se distanțe țintă-substrat cuprinse între 4 și 8 cm, pentru obținerea de straturi subțiri amorfe având grosimi de 500 nm și, respectiv, 300 nm.

Revendicări: 2  
Figuri: 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	a 2017 0964
Data depozit .....	22-11-2017

## Structură formată din două straturi subțiri suprapuse din materiale cu schimbare de fază cu trei stări logice de memorie

Alin Velea, Aurelian Cătălin Gâlcă, Gabriel Socol, Claudia Mihai

### Descriere invenție

Prezenta invenție se referă la o nouă structură formată din două materiale cu schimbare de fază, care poate fi folosită într-o celulă de memorie pentru a stoca trei stări logice diferite.

În prezent memoriile cu schimbare de fază [1] stochează informația într-o sticlă care conține elemente calcogenice (cum ar fi S, Se sau Te) sau pnictogenice (cum ar fi Sb) și folosesc tensiuni mici (sau pulsuri laser foarte rapide) pentru a comuta subdomenii ale materialului între două stări. Într-una din stări, atomii sticlei sunt aranjați într-o rețea amorfă, dezordonată (starea de rezistență ridicată sau starea logică '0'), iar în cealaltă stare atomii au o distribuție ordonată, cristalină (starea de rezistență scăzută, sau starea logică '1'). Spre deosebire de dispozitivele de memorare bazate pe stocarea sarcinii (cum ar fi memoriile Flash) care se apropie de limitele de miniaturizare [2], memoriile nevolatile bazate pe materialele calcogenice cu schimbare de fază rezolvă problemele existente în tehnologiile actuale fiind caracterizate de proprietăți excelente de scalare [3], viteză mare de comutare [4] și timp îndelungat de reținere a datelor [5]. Cu toate acestea, datorită dezvoltării rapide a societății digitale, nevoia de stocare a unor cantități masive de date s-a mărit exponențial.

Creșterea capacității de stocare se poate face fie prin micșorarea celulei de memorare, fie prin stocarea de stări multiple [6] în aceeași celulă. Comparată cu reducerea dimensiunii celulei de memorare, tehnologia stocării de stări multiple este mai atractivă datorită avantajului creșterii densității de stocare fără costuri suplimentare [7]. Stocarea de stări multiple în memoriile cu schimbare de fază s-a încercat până acum prin controlul raportului dintre starea amorfă și starea cristalină într-un strat subțire [8]. Această abordare are dezavantajul scăderii în timp a rezistenței celulei ceea ce înseamnă că nu poate asigura stabilitatea pe termen lung a informației stocate.

Problema este rezolvată de invenție prin construirea unui structură formată din suprapunerea a două straturi de memorie cu schimbare de fază, și anume GeTe și GaSb [9], fabricate prin depunere laser pulsată (PLD) pe un substrat din siliciu între doi electrozi metalici



(din Al). Această structură conduce la creșterea capacității de memorare prin posibilitatea stocării a trei stări logice. Depunerea straturilor subțiri s-a făcut într-o incintă vidată ( $5 \cdot 10^{-4}$  Pa), folosindu-se o fluență a laserului de  $1.5 \text{ J/cm}^2$  și o rată de repetiție de 3 Hz. Distanța țintă-substrat a fost de 4 cm pentru GeTe și 8 cm pentru GaSb iar numărul de pulsuri a fost de 7500 de pulsuri pentru GeTe și 25000 de pulsuri pentru GaSb. S-au obținut două straturi suprapuse având grosimile de 500 nm (GeTe) și 300 nm (GaSb) aflate în starea amorfă.

La aplicarea unei tensiuni între cei doi electrozi, structura comută din faza amorfă (starea logică '0') într-o fază intermediară (starea logică '1/2') la o tensiune de prag de 0.3 V, apoi prin creșterea tensiunii, structura comută în faza cristalină (starea logică '1') la 0.6 V (vezi Figura 1). Fiecare stare logică va corespunde unei valori diferite a rezistenței celulei de memorare, care este dată de o combinație specifică a structurii straturilor suprapuse. Prin efect Joule, la prima tensiune de prag stratul de GeTe cristalizează determinând scăderea rezistenței structurii, apoi la a doua tensiune de prag cristalizează și stratul de GaSb scăzând și mai mult rezistența structurii (vezi Figura 2).

### Referințe

- [1] M. Wuttig, N. Yamada, Nat. Mater. **6**, 824 (2007).
- [2] G. I. Meijer, Science **319**, 1625 (2008).
- [3] S. Raoux, G. W. Burr, M. J. Breitwisch, C. T. Rettner, Y.-C. Chen, R. M. Shelby, M. Salinga, D. Krebs, S.-H. Chen, H.-L. Lung, C. H. Lam, IBM J. Res Dev., **52**, 465, (2008).
- [4] G. De Sandre, L. Bettini, A. Pirola, L. Marmonier, M. Passoti, M. Borghi, P. Mattavelli, P. Zuliani, L. Scotti, G. Mastracchio, F. Bedeschi, R. Gastaldi, R. Bez, IEEE J Solid-State Circ. **46**, 52 (2011).
- [5] B. Gleixner, A. Pirovano, J. Sarkar, F. Ottogalli, E. Tortorelli, M. Tosi, R. Bez, Proc. 45th Annu. IEEE Int. Reliab. Phys. Symp., 542 (2007).
- [6] B. Liu, T. Zhang, J. Xia, Z. Song, S. Feng, B. Chen, Semicond. Sci. Technol. **19**, L61 (2004).
- [7] H.-L. Lung, M. Breitwisch, T. Happ, C. Lam, Proc. 2nd Int. Conf. Memory Technol. Design, 35 (2007).
- [8] C. D. Wright, Y. Liu, K. I. Kohary, M. M. Aziz, R. J. Hicken Adv. Mater. **23**, 3408 (2011).
- [9] A. Velea, C. N. Borca, G. Socol, A. C. Galca, D. Grolimund, M. Popescu, and J. A. van Bokhoven, J. App. Phys. **116**, 234306 (2014).

**Revendicări**

1. Structură de memorare **caracterizată prin aceea că** este formată din două straturi suprapuse din materiale cu schimbare de fază, și anume GeTe și GaSb, obținută prin depunere laser pulsată între electrozi metalici, într-o incintă vidată folosindu-se distanțe țintă-substrat între 4 și 8 cm pentru obținerea de straturi subțiri amorfe având grosimi de 500 nm și respectiv 300 nm.
2. Structura obținută conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că poate stoca** informația în trei stări logice diferite ('0', '1/2', și '1'), observate experimental prin valori diferite ale rezistenței structurii, care sunt obținute prin aplicarea unei tensiuni între electrozii metalici și depășirea a două valori ale tensiunii de prag de 0.3 V și respectiv 0.6 V.

## Figuri

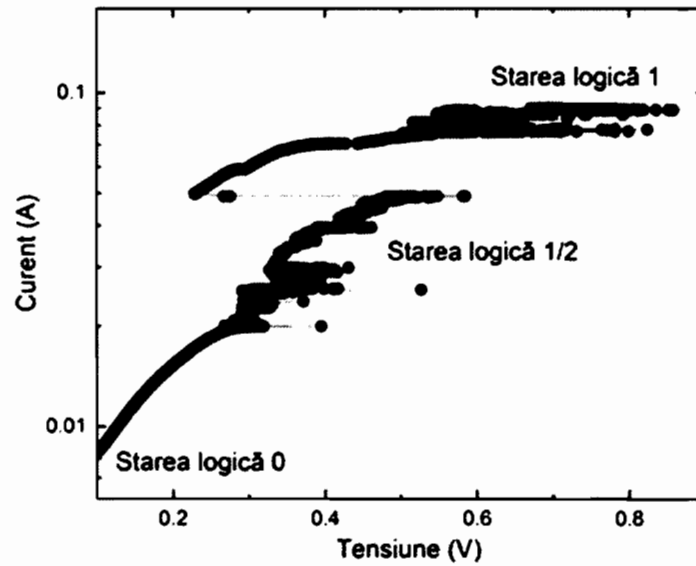


Figura 1. Caracteristica curent-tensiune a structurii formată din straturi suprapuse de GeTe/GaSb între electrozi de Al

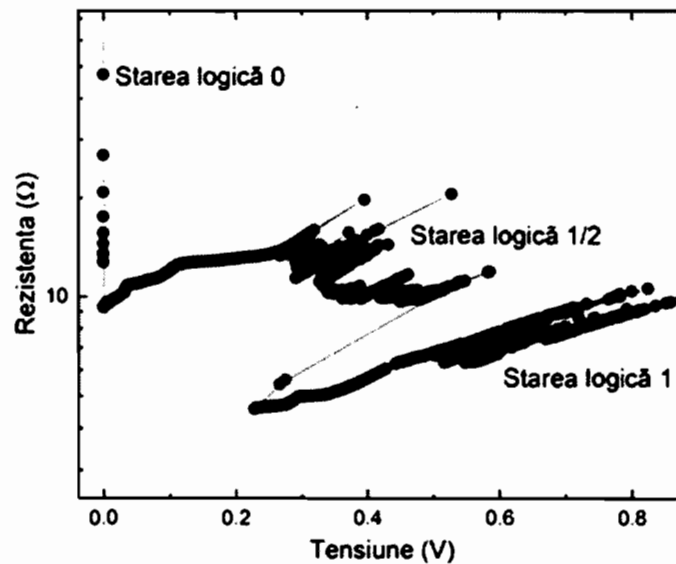


Figura 2. Variația rezistenței structurii de memorare cu tensiunea aplicată

