

【11】證書號數：I269353

【45】公告日：中華民國95(2006)年12月21日

【51】Int. Cl. : H01L21/00 (2006.01)

G11C11/15 (2006.01)

發明

全 8 頁

【54】名稱：鏷銦錳氧階梯式接面的室溫穿隧磁阻

ROOM-TEMPERATURE TUNNELING MAGNETORESISTANCE IN  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  STEP-EDGE JUNCTIONS

【21】申請案號：093134550

【22】申請日：中華民國93(2004)年11月11日

【11】公開編號：200616011

【43】公開日：中華民國95(2006)年5月16日

【72】發明人：王立民 WANG, LI MIN；洪連輝 HUNG, LIEN HUI；吳仲卿 WU, JONG CHING；楊鴻昌 YANG, HONG CHANG；洪姮娥 HORNG, HERNG ER

【71】申請人：大葉大學 DA-YEH UNIVERSITY

彰化縣大村鄉山腳路112號

國立彰化師範大學 NATIONAL CHANGHUA UNIVERSITY OF EDUCATION

彰化縣彰化市進德路1號

【74】代理人：蔡坤財

1

2

[57]申請專利範圍：

1.一種穿隧磁阻元件之階梯式陣列，包含：

一鈦酸銦基座，該鈦酸銦基座具有一結晶方向，且該結晶方向包括一階梯線(step line)；

一鏷銦錳氧薄膜，該鏷銦錳氧薄膜沿該結晶方向與該鈦酸銦基座結合；以及

一金屬膜，該金屬膜沿該階梯線排列設於該鏷銦錳氧薄膜之上，用以

減少該鏷銦錳氧薄膜之電阻。

2.如申請專利範圍第1項所示之階梯式陣列，其中，該結晶方向可為數種方向。

5. 3.如申請專利範圍第1項所示之階梯式陣列，其中，該結晶方向可為【100】方向。

4.如申請專利範圍第1項所示之階梯式陣列，其中，該金屬膜為金膜。

10. 5.如申請專利範圍第1項所示之階梯式

陣列，其中，鐳錳錳氧薄膜可為  $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$  薄膜。

6. 一種鐳錳錳氧薄膜階梯式接面之室溫穿隧磁阻元件，該元件包含：
  - 一基座，具有一階梯式接面，該階梯式接面具有一階梯高度，且該階梯式接面與該基座形成一角度；以及
  - 一鐳錳錳氧薄膜，設於該階梯式接面上並與該基座結合；
 其中，該階梯高度與該鐳錳錳氧薄膜之厚度成一比值。
7. 如申請專利範圍第 6 項所述鐳錳錳氧薄膜階梯式接面之室溫穿隧磁阻元件，其中該基座為一鈦酸鋇基座 ( $SrTiO_3$ , STO 基座)。
8. 如申請專利範圍第 6 項所述鐳錳錳氧薄膜階梯式接面之室溫穿隧磁阻元件，其中該角度大於或等於 70 度。
9. 如申請專利範圍第 6 項所述鐳錳錳氧薄膜階梯式接面之室溫穿隧磁阻元件，其中該階梯式接面為複數個方向之面。
10. 如申請專利範圍第 6 項所述鐳錳錳氧薄膜階梯式接面之室溫穿隧磁阻元件，其中該階梯式接面為一 (001) 面。
11. 如申請專利範圍第 6 項所述鐳錳錳氧薄膜階梯式接面之室溫穿隧磁阻元件，其中該比值之範圍介於 0.5 至 0.9 之間。
12. 如申請專利範圍第 6 項所述鐳錳錳氧薄膜階梯式接面之室溫穿隧磁阻元件，其中該鐳錳錳氧薄膜為一  $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$  薄膜。
13. 一種穿隧磁阻元件，包含：
  - 一鈦酸鋇基座；
  - 一鐳錳錳氧薄膜，與該鈦酸鋇基座結合，且該鐳錳錳氧薄膜在一固定溫度下之一最大電阻 ( $R_{max}$ ) 與一電阻

( $R_p$ ) 形成一穿隧磁阻比之關係式 (TMR; Tunneling Magnetoresistance);

以及

一金屬膜，該金屬膜設於該鐳錳錳氧薄膜之上，用以減少該鐳錳錳氧薄膜之電阻。

5. 14. 如申請專利範圍第 13 項所述之穿隧磁阻元件，其中該穿隧磁阻比之關係式如下所示：
 
$$TMR = (R_{max} - R_p) / R_p = 2P^2 / (1 - P^2)$$
 其中， $R_{max}$  為該固定溫度下之最大電阻， $R_p$  為電極平行時之電阻， $P$  為鐳錳錳氧自旋偏極化率參數，且該穿隧磁阻比之  $TMR$  具有最大值 0.3 (百分之三十)， $P$  大致為 0.32 ( $P \approx 0.32$ )。
10. 15. 如申請專利範圍第 13 項所述之穿隧磁阻元件，其中該鐳錳錳氧薄膜為一  $La_{0.7}Sr_{0.3}MnO_3$  薄膜。
15. 16. 一種穿隧磁阻元件，包含：
  - 一基座，該基座具有一結晶方向，且該結晶方向包括一階梯線 (step line);
  - 一鐳錳錳氧薄膜，該鐳錳錳氧薄膜沿該結晶方向與該基座結合；以及
  - 一金屬膜，該金屬膜沿該階梯線 (step line) 排列設於該鐳錳錳氧薄膜之上，用以減少該鐳錳錳氧薄膜之電阻；
 其中，該基座與該鐳錳錳氧薄膜結合形成一表面邊界，該表面邊界之磁化強度與極性成正比。
20. 17. 如申請專利範圍第 16 項所述之穿隧磁阻元件，其中該表面邊界之磁化強度 ( $M$ ) 與極性 ( $P(T)$ ) 成正比之關係如下表示：
 
$$M \propto (T_c - T)^\beta$$
 其中， $\beta = 0.8 \sim 1$ ， $\beta$  表示一個乘冪項； $T_c$  為臨界溫度， $T$  表示溫度函數。
25. 30. 圖式簡單說明：
35. 40.

(3)

5

第1圖係本發明之階梯式陣列示意圖。

第2圖係本發明之鏽錳氧穿隧磁阻界面製作於鈦酸鋇基座的階梯式面上的示意圖。

第3圖係本發明之(a)階梯式陣列相片。(b)在階梯式斜面的鏽錳氧薄膜的顯微照片。

第4圖係本發明之實施例界面電阻的溫度相依性。

第5圖係本發明之實施例S2在不同溫度的磁阻比與外部磁場相對應性。

第6圖係本發明之實施例S2和S3

6

在不同溫度的 $R(H)$ 曲線。

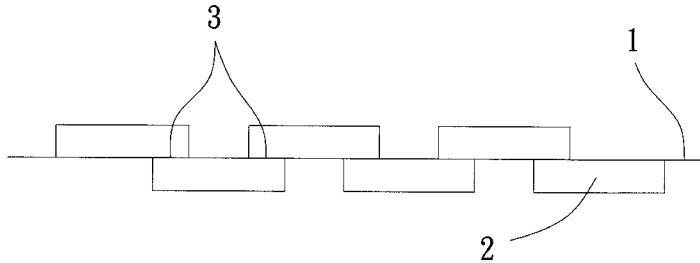
第7圖係本發明之實施例S1的動態電導率 $G$ 函數。插圖(a)和(b)顯示動態電導率的指數 $x$ 和非線性穿隧電導率 $g$ 。插圖(c)顯示計算而得的 $\Delta I$ 的曲線。

第8圖係本發明之實施例S1在5和100K的穿隧磁阻比的電壓相依性。

5. 第9圖係本發明之實施例S1、S2和S3的穿隧磁阻比。

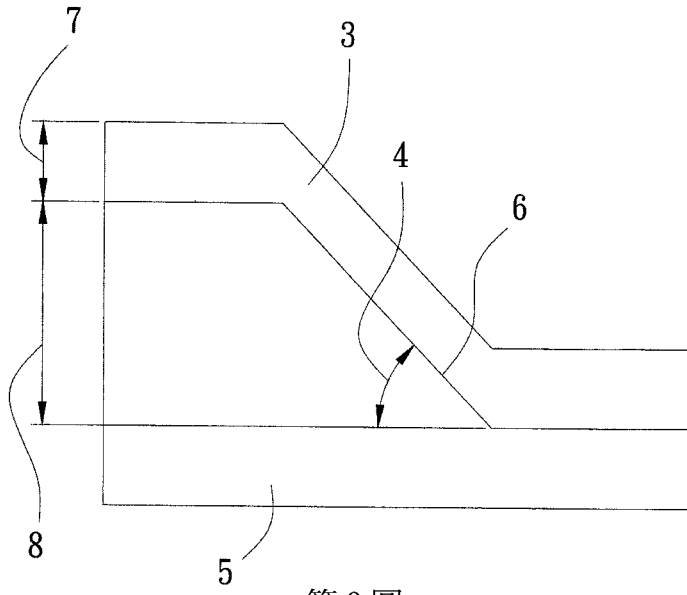
第10圖係本發明之電子狀態密度之示意圖。

第11圖係本發明之穿隧位障波函數示意圖。

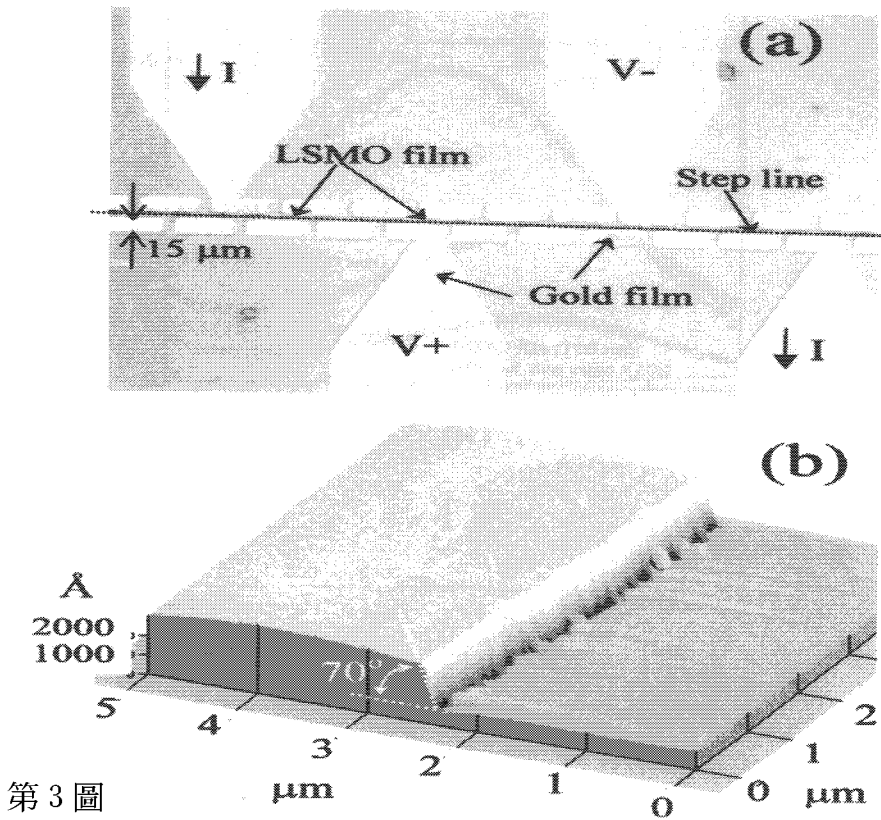


第1圖

(4)

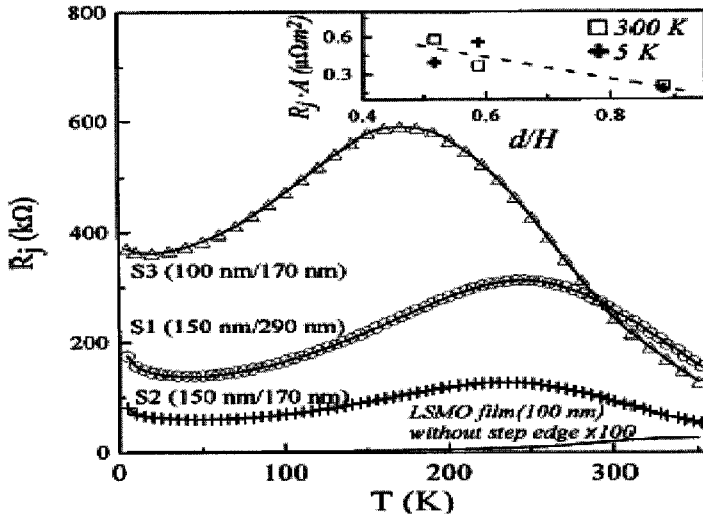


第2圖

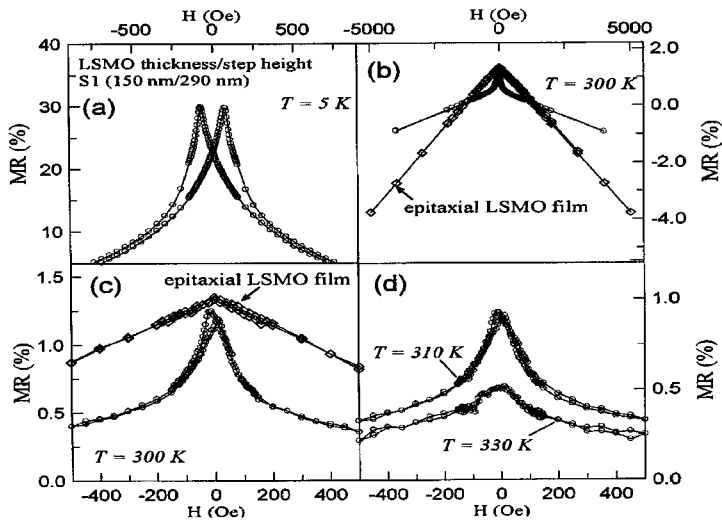


第3圖

(5)

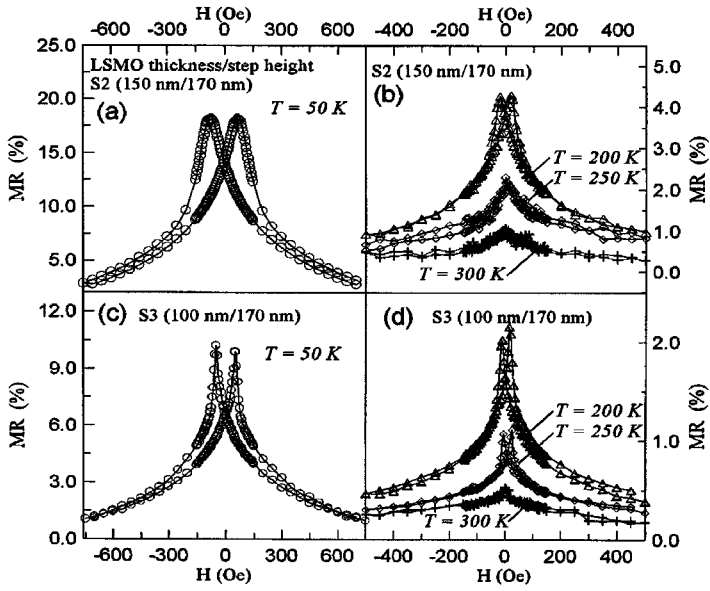


第 4 圖

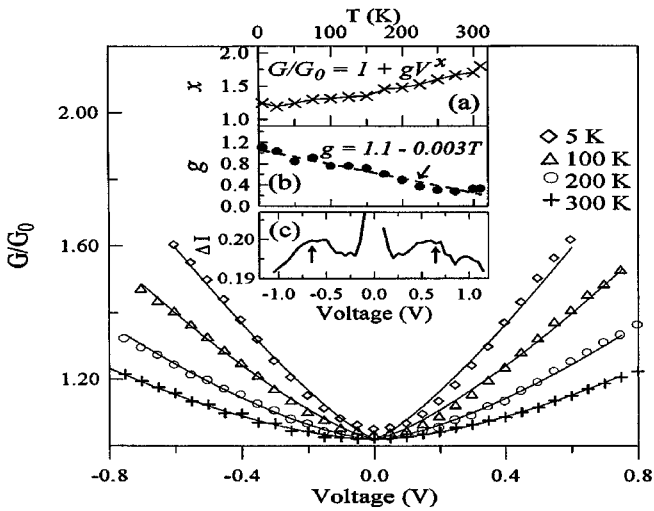


第 5 圖

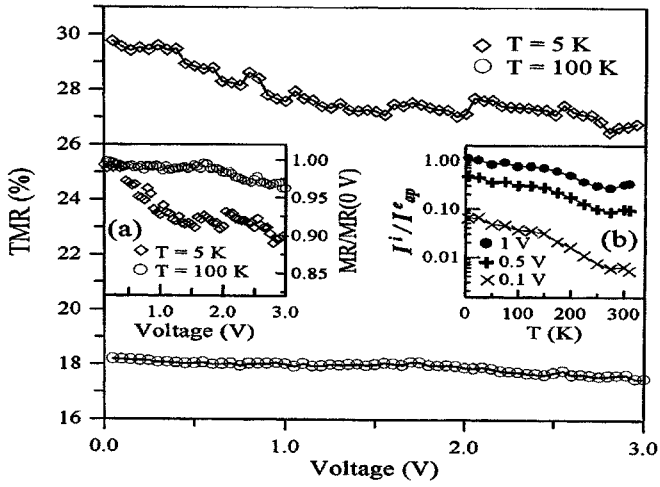
(6)



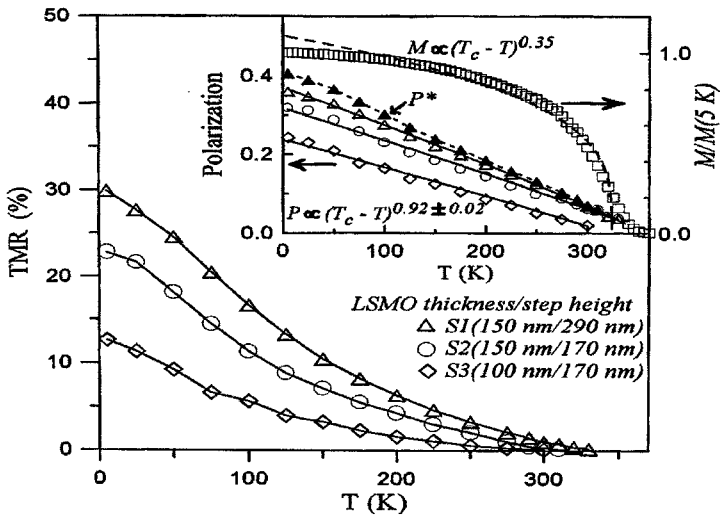
第 6 圖



第 7 圖

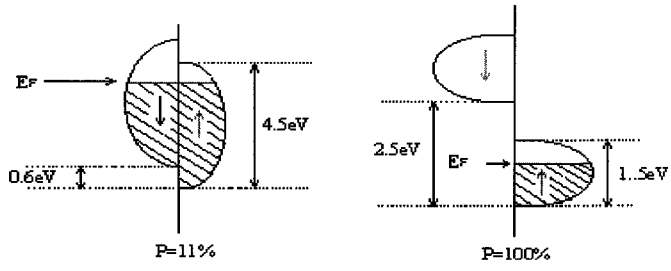


第 8 圖

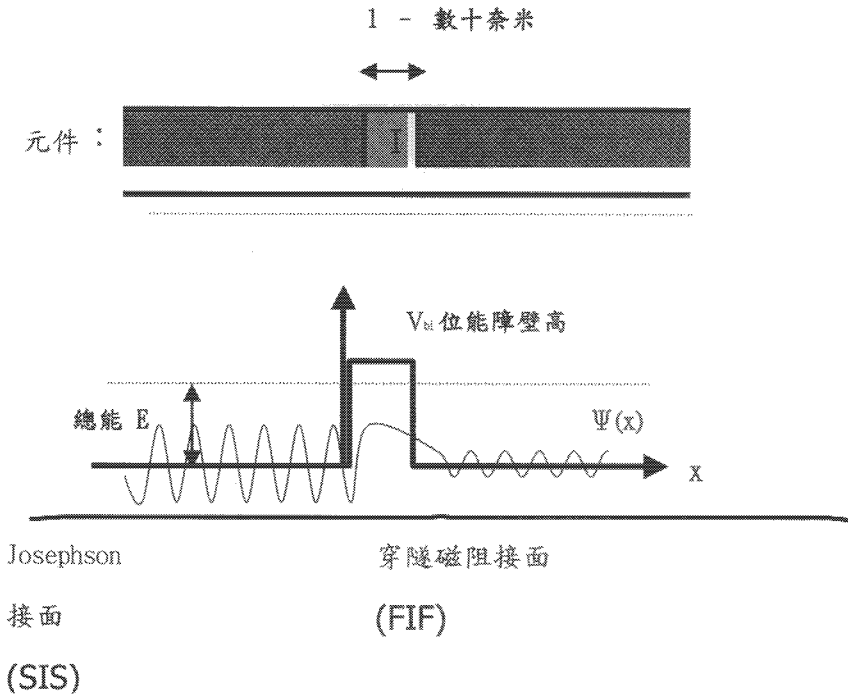


第 9 圖

(8)



第 10 圖



第 11 圖