

不同衬底上 $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ 择优取向 铁电薄膜的制备和研究*

李建康^{1)†} 姚 熹²⁾

¹⁾ 苏州科技学院电子与信息工程系, 苏州 215011)

²⁾ 西安交通大学电子材料研究所, 西安 710049)

(2004 年 9 月 27 日收到, 2004 年 11 月 22 日收到修改稿)

通过 MOD 法在 $\text{Si}(100)$ 和 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基片上制备出 LaNiO_3 (LNO) 薄膜. 再通过修正的 Sol-gel 法, 在 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$, $\text{LNO}/\text{Si}(100)$ 和 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 三种衬底上制备出具有择优取向的 $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ 铁电薄膜. 经 XRD 分析表明, LNO 薄膜具有 (100) 择优取向的类钙钛矿结构, PZT 薄膜均具有钙钛矿结构, 且在 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 衬底上的薄膜以 (110) 择优取向, 在 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 和 $\text{LNO}/\text{Si}(100)$ 衬底上的薄膜以 (100) 择优取向. 经场发射 SEM 分析和介电、铁电性能测试表明, 在 LNO/Si 和 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 衬底上的 PZT 薄膜的平均粒径、介电常数以及剩余极化强度均比以 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 为衬底的薄膜大.

关键词: LaNiO_3 薄膜, PZT 铁电薄膜, 择优取向, 剩余极化强度

PACC: 7755, 7780, 7785

1. 引 言

目前, 铁电薄膜的择优取向结构和薄膜性能之间的关系引起了人们的极大关注^[1,2]. 影响薄膜择优取向的因数有很多, 其中, 衬底是主要的因数之一^[3]. 通过改变衬底的组成和结构, 可以直接改变铁电薄膜的择优取向结构, 从而最终改善薄膜的各种性能. 另外, 电极材料也是目前研究铁电器件的关键内容, 为了解决 Pt 电极易使铁电薄膜出现老化、疲劳等问题^[4], 导电氧化物作为铁电薄膜的电极材料受到人们的重视^[5-7], 其中, LaNiO_3 (LNO) 薄膜作为一种类钙钛矿结构的金属氧化物, 由于其晶胞参数 ($a = 3.84$) 与铁电薄膜非常接近, 使之不仅可作为电极材料, 而且还可以作为籽晶层来优化铁电薄膜的结构和性能, 成为铁电薄膜底电极的首选材料之一.

本文首先通过 MOD 方法在 $\text{Si}(100)$ 和 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基片上制备出 LNO 薄膜, 然后通过修正的 Sol-Gel 方法, 在 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$, $\text{LNO}/\text{Si}(100)$ 以及

$\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 三种衬底上制备出具有择优取向的 $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ [PZT(52/48)] 铁电薄膜. 采用 D8-Advance x 射线衍射仪分析了薄膜的微观结构; 采用 XL30FEG 场发射扫描电子显微镜分析了薄膜的显微结构; 采用 HP4284 阻抗分析仪分析了薄膜的介电频谱和 $\epsilon-V$ 特性; 用 RT66A 铁电测试系统测试了薄膜的电滞回线.

2. 实 验

2.1. LaNiO_3 薄膜的制备

首先以硝酸镧和醋酸镍为原料, 冰醋酸和水为溶剂, 合成 LNO 前驱体. 然后采用旋转甩胶法 (spin-coating), 分别以 $\text{Si}(100)$ 和 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 为基底, 制备 LNO 薄膜. 匀胶转速为 3000rpm, 匀胶时间为 20s. 通过匀胶得到湿膜以后, 每层膜的热处理均在快速热处理炉 (RTA-300) 中进行. 热处理工艺为: 在 160℃ 保温 300s; 再在 400℃ 保温 360s; 最后在 650℃ 保温 120s, 然后快速降温至常温. 匀胶和热处

* 国家重点基础研究发展计划项目(批准号 2002CB613304)资助的课题.

† E-mail: jk-li3725@163.com cc lj@mail.usts.edu.cn

理重复4次,即得到LNO薄膜。

2.2. $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ 铁电薄膜的制备

采用修正的Sol-Gel法,在 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 、 $\text{LNO}/\text{Si}(100)$ 以及 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 三种衬底上制备 $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ 铁电薄膜。首先以乙酸铅、钛酸四正丁酯和四正丁氧基锆为原料,乙酰丙酮为螯合剂,按照参考文献[8]介绍的工艺流程,制备 $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ 的干凝胶。然后将干凝胶溶解在乙二醇甲醚中,重量百分比为15%,在 110°C 下搅拌20min,便得到亮黄色的溶胶。经孔径为 $0.22\mu\text{m}$ 的过滤器过滤,即可进行匀胶过程。匀胶速度采用3000rpm,匀胶时间采用30s。每层膜的预处理均采用快速热处理,匀胶和预处理重复8次,最后将薄膜放在石英皿

中,在马弗炉中空气气氛下进行常规退火处理,退火温度为 600°C ,退火时间为0.5h。

3. 结果与讨论

3.1. 结构分析

3.1.1. LaNiO_3 薄膜的结构分析

用型号为D8-Advance的x-射线衍射仪分析了LNO薄膜的结晶特性,图1(a)(b)分别为在 $\text{Si}(100)$ 和 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基底上得到的LNO薄膜的XRD图谱。从图中可以看出,两种衬底上LNO薄膜的结构均为四方相的类钙钛矿相结构,并且以(100)择优取向。

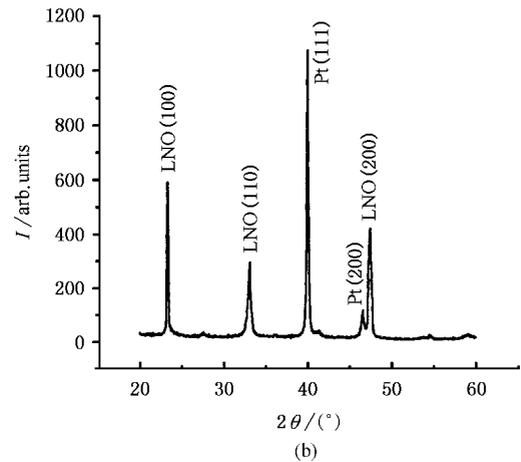
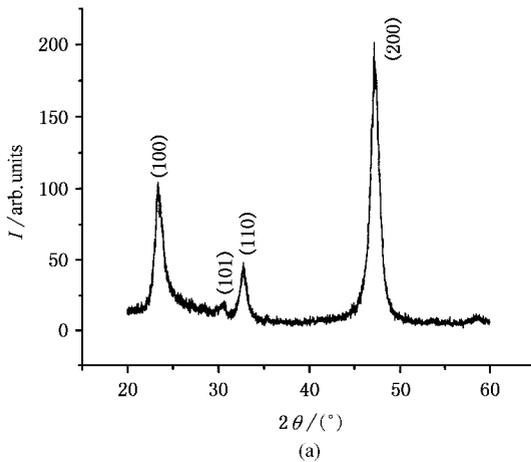


图1 LaNiO_3 薄膜在不同基片上的XRD图 (a) $\text{LNO}/\text{Si}(100)$ (b) $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$

由图1衍射峰的宽度可以注意到,在 $\text{Si}(100)$ 基底上制备LNO薄膜的衍射峰有宽化现象存在,这说明在 $\text{Si}(100)$ 基底上制备LNO薄膜的晶粒比在 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基底上的要小。这是因为直接在 $\text{Si}(100)$ 基底上生长LNO薄膜时,缺乏成核中心,LNO薄膜的晶粒不容易成核、长大。而在 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基底上生长LNO薄膜时,由于在Si基片上有一层Pt/Ti电极层,类似于籽晶层一样有利于LNO薄膜晶粒的成核和长大。所以,在 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基底上制备LNO薄膜的晶粒比在 $\text{Si}(100)$ 基底上的要大。

3.1.2. 不同衬底上PZT薄膜的微观结构分析

同样用型号为D8-Advance的x-射线衍射仪,对不同衬底上制备的 $\text{PZT}(52/48)$ 薄膜的结构进行了分析,结果见图2所示。从图中首先可以看出三种衬底上的薄膜均为纯钙钛矿结构,没有焦绿石相出现。然

后我们注意到在 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 衬底上的薄膜以(110)方向择优取向;在 $\text{LNO}(100)/\text{Si}$ 和 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 衬底上的薄膜以(100)方向择优取向,并且,在 $\text{LNO}(100)/\text{Si}$ 和 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 衬底上PZT薄膜的取向程度明显高于在 $\text{Pt}(111)/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 衬底上的薄膜。表1表示了三种衬底上的择优取向程度。

我们认为影响薄膜择优取向的因素主要有两个方面,一是来自薄膜本身,即沿不同晶面生长的晶核的成核能力和长大速率不同,通常,对于PZT薄膜来说,当(100)(110)和(111)面定向的晶核同时存在时,由于(100)面晶核有最低的表面能,故而将优先长大^[9]。另一方面来自外部因素,主要有热处理温度、升、降温速度、衬底结构与薄膜是否匹配等等。根据JCPDS卡片,氧化物电极LNO薄膜(100)晶面的面间距为 0.384nm , $\text{PZT}(52/48)$ 薄膜(100)晶面的面

间距为 0.404nm (110)晶面的面间距为 0.285nm, Pt 电极 (111)晶面的面间距为 0.227nm. 根据晶格匹配性的大小,可以看出 PZT(52/48)薄膜(100)晶面的面间距与 LNO 薄膜(100)晶面的面间距比较接近,两者的失配度为 0.5%,所以在 LNO 薄膜上生长的 PZT 薄膜容易以(100)择优取向;PZT(52/48)薄膜(110)晶面的面间距与 Pt 电极(111)晶面的面间距较为接近,两者的失配度为 25%,所以在 Pt 电极上生长的 PZT 薄膜可能以(110)择优取向,但由于失配

表 1 不同衬底上 PZT(52/48)薄膜的取向度

衬底	取向度	大小
Pt(111)/Ti/SiO ₂ /Si	$\alpha = I(110) / [I(110) + I(100)]$	0.836
LNO(100)/Si	$\alpha = I(100) / [I(110) + I(100)]$	0.981
LNO/Pt/Ti/SiO ₂ /Si	$\alpha = I(100) / [I(110) + I(100)]$	0.922

度较大,取向程度要明显低于在 LNO 薄膜上生长的 PZT 薄膜.

3.2. 不同衬底上 PZT 薄膜的 SEM 分析

图 3 为 PZT 铁电薄膜在不同衬底上的场发射 SEM 照片,可以看出以 LNO/Si 和 LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的 PZT 薄膜的平均粒径明显比以 Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜要大,并且结晶良好,晶粒和晶界非常明显.由前面的结构分析已经知道,PZT 薄膜与 LNO 薄膜的晶格匹配性要远远优于与 Pt 的匹配性,所以在热处理过程中,LNO 薄膜作为一个中间缓冲层,起了类似于籽晶层的作用,使 PZT 晶粒的成核势垒较小,同时晶界移动速率较大.所以 PZT 晶核在 LNO 表面要比在 Pt 表面容易形成,并且成核后在同样的退火温度下晶粒容易长大,最终使在 LNO 表面上得到比较大的晶粒.

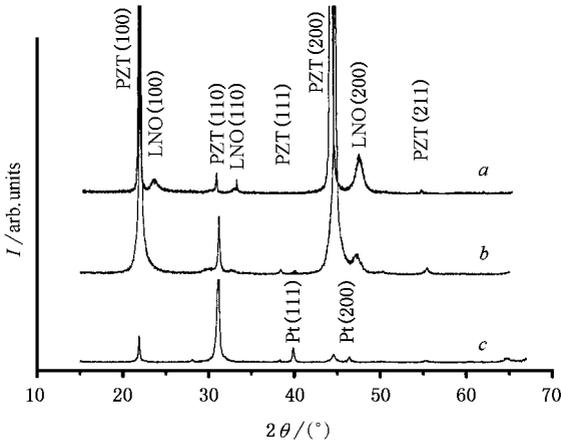


图 2 PZT(52/48)薄膜在不同衬底上的 XRD 图 曲线 a :Pt(111)/Ti/SiO₂/Si b :LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si c :LNO(100)/Si

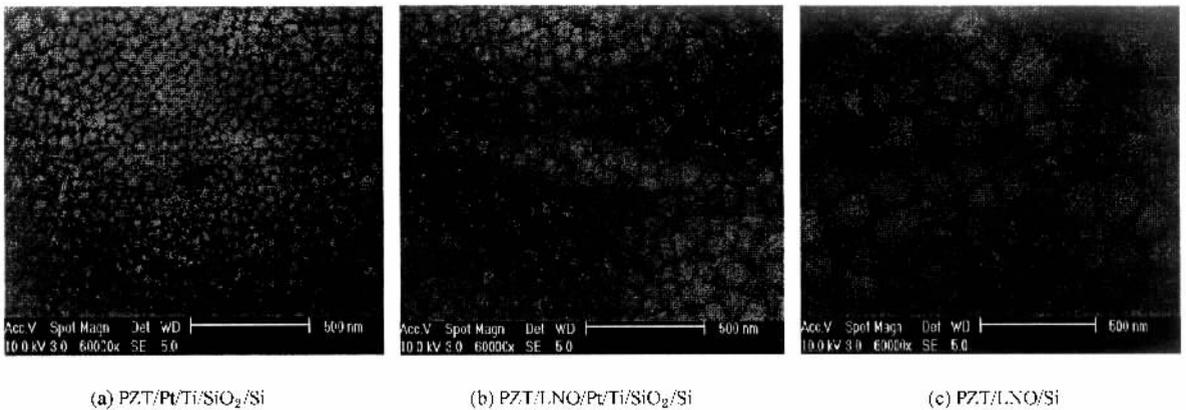


图 3 PZT(52/48)薄膜在不同衬底上的 SEM

3.3. 不同衬底上 PZT 薄膜的介电频谱特性

用 HP4284 阻抗分析仪测试了不同样品的介电频谱特性.图 4(a)(b)分别为 PZT(52/48)薄膜在不同衬底上相对介电常数和损耗随频率的变化关系,由图 4(a)可以看出,以 Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜介电常数相对较小,随着频率的增加略有下降,在

10kHz 时为 230;以 LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜介电常数在 10kHz 时为 285,且随着频率的增加下降不大;以 LNO/Si 为衬底的薄膜介电常数在低频时相对较高,但随着频率的增加下降很快,在 10kHz 时为 317,在 1GHz 时为 246.

由图 4(b)可以看出,以 Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜损耗相对较小,在 10kHz 时为 0.018;以 LNO/Pt/

$\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 为衬底的薄膜损耗与以 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 为衬底的相似,在 10kHz 时为 0.019;以 LNO/Si 为衬底的薄膜损耗较高,且随着频率的增加上升较快,在 10kHz 时为 0.045.

造成以 LNO/Si 和 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 为衬底的 PZT 薄膜的介电常数较高的原因显然与 PZT 薄膜的择优取向特点及程度有关.由表 1 可以看出,以 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 和 LNO/Si 为衬底的 PZT 薄膜以 (100) 方向择优取向,并且取向程度明显比以 (110) 择优取向的在 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 衬底上的 PZT 薄膜高,这是造成其介电常数较大的主要原因.另外由图 3 已经知道,在 $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 和 LNO/Si 衬底上的 PZT 薄膜比在 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 衬底上晶粒较大、晶界较少,这也是造成介电常数较大的一个原因.

造成以 LNO/Si 为衬底的 PZT 薄膜损耗较大的原因有很多,其中最主要的原因是 LNO 电极本身的导电性比金属电极差^[10],即电极电阻较大,相当于

在下电极上串联了一个电阻,使得电极本身产生的损耗较大.从薄膜的 $\text{tg}\delta-f$ 曲线上可以看出,在低频时介电损耗随着频率的升高而降低,但在高频时介电损耗随着频率的升高而增大.这种现象说明了在薄膜中有两个相反的因素同时影响着损耗的大小.一方面,随着频率的升高,部分极化(比如自发极化)因跟不上外加电场频率的变化而失去作用,造成损耗随着频率的增加而减小.另一方面,由于电极串联电阻的存在,造成介电损耗随着频率的升高而增大,另外由于探针、引线都存在一定的电感,以及探针与上电极的接触电感,使得在较高频率的情况下(接近 1MHz)测试系统容易发生谐振现象,从而造成介电损耗急剧增加.这种情况对于介电常数较大的样品更容易发生.在频率较低时,第一种因素占主要地位,但在频率较高时,第二种因素占主要地位,这样就在 $\text{tg}\delta-f$ 曲线上出现一个极小值.

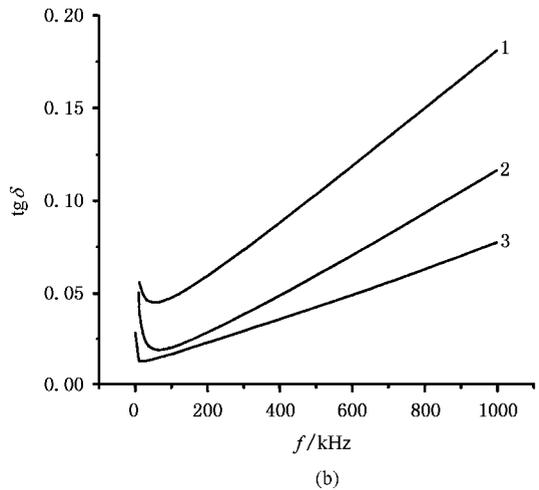
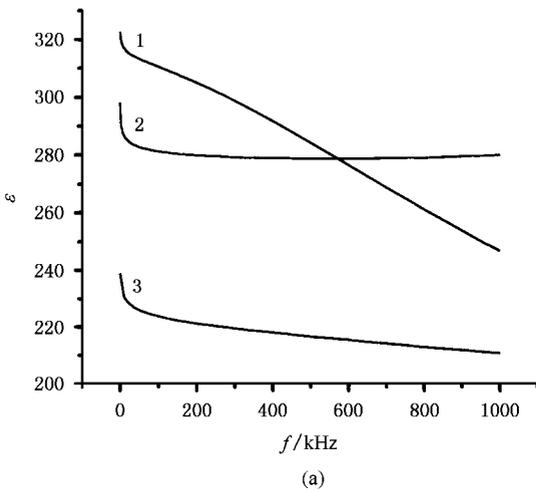


图 4 PZT(52/48) 薄膜在不同衬底上的介电频谱图 1— LNO/Si 2— $\text{LNO}/\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 3— $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$

3.4. 不同衬底上 PZT 薄膜的 $\epsilon-V$ 特性

用 HP4284 阻抗分析仪测试了不同样品的 $\epsilon-V$ 特性,结果见图 5(a)所示.可以看出,在偏压正向扫描和负向扫描过程中,介电常数各出现一次极大值,使 $\epsilon-V$ 曲线出现典型的双峰特性.在正负偏压的极大值处,介电常数最小;以 LNO/Si 为衬底的薄膜的 $\epsilon-V$ 特性曲线,在双峰两侧的变化比较平缓,且双峰之间的间距较大;以 $\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 为衬底的薄膜的 $\epsilon-V$ 特性曲线,在双峰两侧的变化比较迅速,使双峰比较尖锐,且双峰之间的间距较小.上述现象说明以

$\text{Pt}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 为衬底的薄膜的开关效应要比以 LNO/Si 为衬底的薄膜好.这与薄膜中的电畴结构有关,由于在 LNO/Si 衬底上的 PZT 薄膜以 (100) 择优取向,薄膜中 90° 畴所占比例较多^[11].通常我们认为 90° 畴的极化反转比 180° 畴容易,原因是除了新畴成核外, 90° 畴还可通过畴壁的移动来实现转向,但对于薄膜材料来说,由于受到衬底的约束,使薄膜处于受夹状态,这样 90° 畴在转向过程中就会受到铁弹效应的制约,而 180° 畴虽然成畴不易,但无铁弹效应的制约,所以对于薄膜来说, 90° 畴的转向较 180° 畴困难,从而造成以 LNO/Si 为衬底的薄膜开关效应相对较差.

从图 5(a)中还可以注意到,上述 $\epsilon-V$ 曲线左右不是完全对称的,峰值大小不等,而且峰值对应的电压也不是完全相等.这主要是由于上下电极的制备和热处理过程有很大的区别,从而造成电极和薄膜的内表面之间存在着缺陷密度和肖特基势垒的高度不同.首先下电极 Pt/Ti 是直流溅射上去的,并且要经过热处理过程,下电极 LNO 薄膜也要在 650°C 进行热处理,而上电极 Au 只是通过直流溅射上去的,并不需要经过热处理过程.另外,由于测试采用第一

周期的扫描数据,空间电荷的影响也是造成 $\epsilon-V$ 曲线不对称的重要原因.

图 5(b)为 PZT(52/48)薄膜在不同衬底上的损耗和直流偏压的关系曲线,即 $\text{tg}\delta-V$ 特性.可以看出,三种薄膜的 $\text{tg}\delta-V$ 曲线也同样出现与 $\epsilon-V$ 相似的双峰特性,而且以 LNO/Si 为衬底的薄膜损耗较高,而以 Pt/Ti/SiO₂/Si 和 LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜损耗相对较小,这和前面所分析的薄膜介电频谱特性相一致.

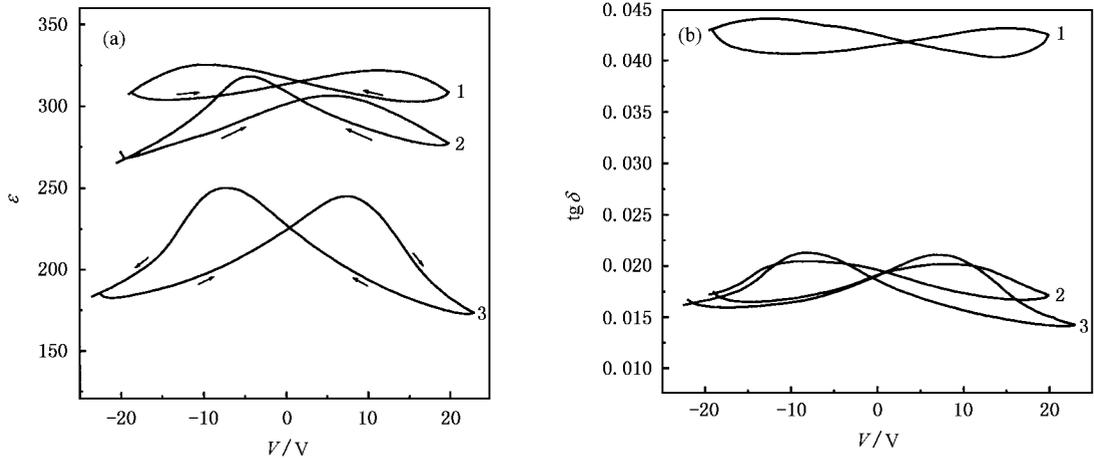


图 5 PZT(52/48)薄膜在不同衬底上的 $\epsilon-V$ 及 $\text{tg}\delta-V$ 特性曲线 1—LNO/Si 2—LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 3—Pt/Ti/SiO₂/Si

3.5. 不同衬底上 PZT 薄膜的铁电性能

用 RT66A 铁电测试系统测试了 PZT(52/48)薄膜在不同衬底上的电滞回线,结果见图 6 所示.可以看出三种衬底上的 PZT 薄膜均具有良好的铁电性,但以 LNO/Si 和 LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜的剩

余极化强度比 Pt/Ti/SiO₂/Si 衬底上薄膜的要大.这显然与在 LNO/Si 和 LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 衬底上 PZT 薄膜的择优取向程度比在 Pt/Ti/SiO₂/Si 衬底上要强有关.在电场作用下,择优取向越好的薄膜其自发极化越容易实现转向,靠近外电场方向,从而使得薄膜的剩余极化较大.另外在 LNO 薄膜上的 PZT 晶粒比在 Pt 上稍大也是造成其剩余极化强度较大的原因之一.在 1kHz 测试频率下,测得剩余极化强度 P_r 在 LNO/Si, LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 和 Pt/Ti/SiO₂/Si 衬底上分别为 33.8 , 31.2 , $17.2 \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-2}$, 矫顽场分别为 53.5 , 55.0 , $53.1 \text{ kV}\cdot\text{cm}^{-1}$.

4. 结 论

通过 MOD 法和快速热处理,在 Si(100)基片和 Pt/Ti/SiO₂/Si 基片上制备出 LNO 薄膜.通过 Sol-gel 法,在 Pt/Ti/SiO₂/Si, LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 以及 LNO/Si(100)三种衬底上制备出 PZT(52/48)铁电薄膜.经 XRD 结构分析,三种薄膜的微观结构均为纯的钙钛矿结构,并且以 Pt(111)/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜以

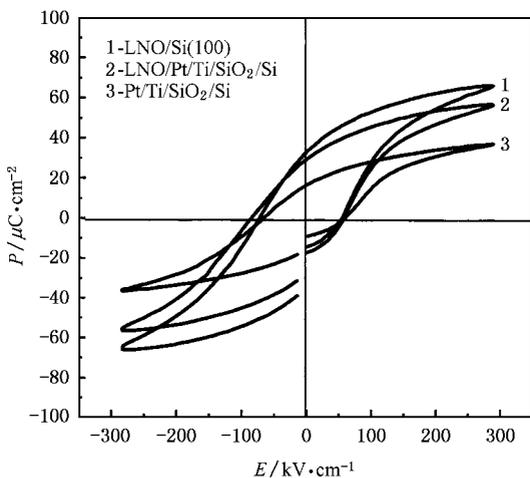


图 6 PZT(52/48)薄膜在不同衬底上的电滞回线

(110)择优取向;以 LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 和 LNO/Si(100)为衬底的薄膜以(100)择优取向.经场发射 SEM 分析表明,所制备的 PZT 铁电薄膜的致密性良好、晶粒分布均匀.且以 LNO/Si 和 LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的 PZT 薄膜的平均粒径比以 Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜大.经介电频谱分析表明,以 Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜的介电常数和损耗相对较小,而以 LNO/

Si 为衬底的薄膜的介电常数相对较高,但损耗较大,以 LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 为衬底的薄膜的介电常数适中、损耗较小.经电滞回线的测试表明,在三种衬底上制备的 PZT 薄膜均具有铁电性,在 1kHz 测试频率下,测得剩余极化强度 P_r 在 LNO/Si, LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si 和 Pt/Ti/SiO₂/Si 衬底上分别为 33.8, 31.2, 17.2 $\mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-2}$, 矫顽场分别为 53.5, 55.0, 53.1 $\text{kV}\cdot\text{cm}^{-1}$.

-
- [1] Verardi P *et al* 1998 *Thin Solid films* **318** 265
- [2] Buchal Ch *et al* 1998 *Materials Science and Engineering B* **56** 234
- [3] Kennedy R J and Stampe P A 2003 *Journal of Crystal Growth* **252** 333
- [4] Thakoor S 1994 *J. Appl. Phys.* **75** 409
- [5] Wang Zhan Jie, Chu Jia Ru and Maeda Ryotaro 2002 *Thin Solid Films* **416** 66
- [6] Li Aidong *et al* 1998 *Thin Solid Films* **336** 386
- [7] Shinichi Miyake, Shinobu Fujihara and Toshio Kimura 2001 *Journal of the European Ceramic Society* **21** 1525
- [8] Li Jian-Kang and Yao Xi 2004 *Infrared and Millimetre Waves* **23** 91 (in Chinese)[李建康、姚 熹 2004 红外与毫米波学报 **23** 91]
- [9] Verardi P *et al* 1998 *Thin Solid Films* **318** 265
- [10] Meng Xiang-Jian *et al* 2001 *Applied Surface Science* **171** 68
- [11] Dunn S and Whatmore R W 2002 *Journal of the European Ceramic Society* **22** 825

Preparation and study on epitaxial $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ ferroelectric films on different substrates^{*}

Li Jian-Kang^{1)†} Yao Xi²⁾

¹⁾ Department of Electronic and Information Engineering, University of Science and Technology of Suzhou, Suzhou 215011, China)

²⁾ Electronic Material Research Laboratory, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

(Received 27 September 2004 ; revised manuscript received 22 November 2004)

Abstract

LaNiO_3 (LNO) thin films were successfully prepared on Si (100) and Pt/Ti/SiO₂/Si substrates by metalorganic decomposition (MOD). $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.52}\text{Ti}_{0.48})\text{O}_3$ (PZT) thin films were prepared on the Pt(111)/Ti/SiO₂/Si, LNO/Si(100) and LNO/Pt(111)/Ti/SiO₂/Si substrates by a modified sol-gel method. The crystallographic orientation and the microstructure of the resulting PZT thin films on the different substrates were characterized by x-ray diffraction and scanning electron microscopy. The dielectric and ferroelectric properties of PZT films on the different substrates are discussed. The PZT films deposited on LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si and LNO/Si(100) substrates show strong [100] preferred orientation, while the films deposited on Pt/Ti/SiO₂/Si substrates show [110] orientations. PZT films on LNO/Pt/Ti/SiO₂/Si and LNO/Si(100) substrates have larger average grain sizes, dielectric constant and remnant polarizations compared with those grown on Pt/Ti/SiO₂/Si substrates.

Keywords : LaNiO_3 thin film, PZT ferroelectric thin film, preferred orientation, remnant polarization

PACC : 7755, 7780, 7785

^{*} Project supported by the State Key Development Program for Basic Research of China (Grant No. 2002CB613304).

[†]E-mail : jk-li3725@163.com cc ljkk@mail.usts.edu.cn