

行表面反应和结晶。需要注意的是,由于 SiC 有 200 多种同素异形体,所以它在不同温度下生成物也不同,如图 4 所示。除了 SiC 籽晶升华法,较为常用的还有高温化学气相沉积 (HTCVD) 与溶液法生长。

SiC 晶锭及晶圆中含有多种晶体缺陷,包括扩展缺陷与点缺陷,点缺陷的密度相当高,在 $10^{14}\sim 10^{16}\text{cm}^{-3}$ 范围内,扩展缺陷主要包括贯穿螺型位错、贯穿刃型位错、堆垛层错、微管等。贯穿螺型位错通常位于在 SiC<0001>表面上进行升华法生长期间的螺旋生长中心,它的密度大概为 $300\sim 600/\text{cm}^{-2}$ 。贯穿刃型位错与基矢面位错拥有相同的性质,位错方向不同,晶锭内部会互相转换,它的密度大概为 $2000\sim 5000/\text{cm}^{-2}$ 。堆垛层错是排列结构不同引起的,典型的有 4H-SiC 中出现类似 3C-SiC 或者 6H-SiC 的层状区域。微管是沿<0001>晶向扩展穿过整个 SiC 晶圆的针孔,一般直径在 $0.5\mu\text{m}$ 到几 μm ,它是一种非常严重的缺陷,不过经过技术的不断改进,现在这种缺陷基本可以实现完全闭合。

更高电压、更高效率、更高功率密度代表了电力电子器件技术的发展主题。近年来新兴的宽禁带半导体材料成为工业界的热点,相信凭借这股浪潮,碳化硅必定能迅速走进世界半导体的舞台。

参考文献

1. 柏松,黄润华,陶永洪,等.SiC 功率 MOSFET 器件研制进展[J].电力电子技术,2017,51(8):1-3.
2. Fei C, Bai S, et al. Influences of pre-oxidation nitrogen implantation and post-oxidation annealing on channel mobility of 4H-SiC MOSFETs[J]. Journal of Crystal Growth, 2020, 531(125338):1-6.

УДК 316.42

研发面向俄语初学者的手机 APP 的设想

徐堃 (Xu Kun)

沈阳工学院 (Shenyang Institute of Technology)

e-mail: xukun@situ.edu.cn

Summary. Shenyang Institute of Technology offers various Russian courses for beginners in the context of "One Belt, One Road". The teacher and the students discussed the idea of using a cell phone app outside the classroom and agreed that this technology would enhance students' interest in learning and improve their academic performance.

我国目前俄语学习 APP 的发展趋势较好,出现了许多优秀的俄语学习软件。但我们在几大应用商店没有发现专门面向俄语初学者的 APP。针对此情况,并结合沈阳工学院教授的若干类型的俄语课程,我们计划研发一款手机 APP 应用程序。鉴于已经有其他俄语学习 APP 提供了音乐、电影资源甚至购物链接,本 APP 不再融合此类内容。

该 APP 的最大特色是以初学者的视角出发,强调良好的用户体验,在《俄语入门 1》、《俄语入门 2》以及《中白 2+2 班》(《俄语入门 1》面向俄语零起点学生,课程为 32 学时;《俄语入门 2》面向修完《俄语入门 1》或具有相同水平的学生,课程同样为 32 学时;《中白 2+2 班》为俄语零起点学生,在中国授课时间两年,前两年的教学目标为达到俄罗斯对外俄语等级考试 ТРКИ-1 水平)教学大纲的框架下,容纳课程目标的全部知识点,并适当融入目标国国情内容。

以下介绍该 APP 部分功能的特色之处。

一、查词部分:摒弃普通语言类 APP 大包大揽的做法,强调目标导向。将单词限定在教学大纲的范围内,提供汉俄与俄汉双向查词。比如输入“面包”,系统会自动

显示“хлеб”，并标明是“《俄语入门1》阶段单词”，在词条后面会显示该词的性、常用搭配以及例句。当输入“квартира”，系统会自动显示“一套房间”，并标明是“《俄语入门2》阶段单词”，在词条后面会显示该词的性、常用搭配以及例句。当输入“лаборатория”，系统会自动显示“实验室”，并标明是“《中白2+2班》单词”，在词条后面会显示该词的性、常用搭配以及例句。俄语单词的发音将邀请母语为俄语的外教协助录制。

二、作业提交、批改部分：目前大部分语言类APP，该部分的内容都是学生与教师一对一传递信息。而我们将要研发的APP与其他APP的显著不同之处在于学生在提交了自己的作业之后，可以查看其他同学作业的提交情况，包括每一道题是如何解答的，而不是仅仅知道其他同学是否已提交作业。在教师完成作业批改之后，任何一名学生都可以看到教师对所有学生作业的批改情况。从学生的角度出发，该程序可以让学生在平日里最大化地了解其他同学的学业水平，并避免重复其他同学犯的错误。

三、纪念日提醒部分：教师面向所有俄语国家选择重要的节日、重要事件纪念日、名人生日等信息，系统在日历中会以突出的颜色、字体呈现出来。比如：日历会自动白俄罗斯著名画家马尔克·夏加尔（Марк Шагал）的生日等。

四、游戏激励部分：根据学生的学习进度设置相应的小游戏。比如学到形容词“новый”，屏幕上出现三个单词“дом”、“ручка”和“окно”，让单词“новый”与可以搭配的名词相连。形式可以采用射击、在单词下方顶单词或其他游戏的方式，搭配正确可以得到分数，以此类推。在一定时间范围内，分数高的学生可以获得相应的奖励，比如优先被邀请参加“俄语电影之夜”、“俄语文化晚会”或收到学校提供的学习用品等。

为了帮助俄语初学者更好的掌握俄语基础，该手机APP应用程序作为连通老师与学生的链条，有助于教师了解学生，有效培养学生的策略，改进教学方式，为学生创造良好的语言学习氛围和学习条件，从而提高学生的学习兴趣、提高其学业水平。

УДК 316.42

WRF 模式对于东北地区“8.02”暴雨的数值模拟

袁颖颖 (Yuan Yingying) 付洪泰 (Fu Hongtai)

哈尔滨市气象局 (Harbin Meteorological Administration)

e-mail:366952727@qq.com

Summary. The WRF model has many characteristics such as easy maintenance, portability, and high efficiency. The "8.02" rainstorm was simulated with WRF mode. It was found that although the WRF model can simulate the location of precipitation in northeast China, the intensity is obviously stronger. And the precipitation in the North China area, whether from the precipitation area or the intensity, the deviation was obvious.

WRF (Weather Research and Forecasting) 模式是完全可压缩非静力模式，由美国环境预测中心 (NCEP)、美国国家大气研究中心 (NCAR) 的中小尺度气象处、奥克拉荷马大学等机构研发的。WRF 分为两种形式，分别为 ARW (the advanced research WRF) 和 NMM (the nonhydrostatic mesoscale model)。分别为研究和业务用两种用途提供支持。

由于 WRF 模式拥有易维护、可移植、效率高等诸多特点，这些特点正是提高从云尺度到大尺度之间各种不同天气尺度的预报精度所迫切需要的。模式采用大气原始方程组，水平方向采用 ArakawaC (荒川 C) 网格点，垂直方向采用地形跟随质量坐标，时间积分采用三阶或四阶的 Runge-Kutta 算法。其中，可以根据需要调整模式的水平分辨率、积分区域、垂直方向层次和各种物理过程和参数化过程。