

## МАГНИТНАЯ ФАЗОВАЯ ДИАГРАММА ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛОВ И МАГНИТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В РАМКАХ S-D МОДЕЛИ

Панкратова А.К.<sup>1,2</sup>, Игошев П.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт физики металлов УрО РАН, Екатеринбург, Россия

E-mail: [pankratovaanny@yandex.ru](mailto:pankratovaanny@yandex.ru)

## THE GROUND-STATE MAGNETIC PHASE DIAGRAM OF METALS AND MAGNETIC SEMICONDUCTORS WITHIN THE S-D MODEL

Pankratova A.K.<sup>1,2</sup>, Igoshev P.A.<sup>1,2</sup>

<sup>1)</sup> Ural federal university, Ekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Institute of Metal Physics UB RAS, Ekaterinburg, Russia

The s-d model was used to study the type of magnetic order depending on the parameters (s-electron concentration and s-d exchange interaction value) for square, simple cubic, bcc, and fcc lattices in the approximation of the nearest and next-nearest neighbors.

Описание магнитных свойств систем с редкоземельными элементами, в которых магнитные (f-электроны) и транспортные (s-электроны) степени свободы разделены, представляет собой сложную нерешенную задачу. В рамках s-d модели исследуется тип магнитного порядка в зависимости от параметров (концентрация s-электронов  $n$ , величина s-d обменного взаимодействия  $I < 0$ ) для квадратной, простой кубической, ОЦК и ГЦК решеток в приближении ближайших и следующих за ближайшими соседей.

В ходе исследования были построены магнитные фазовые диаграммы основного состояния для различных решеток, на которых были найдены все возможные типы соизмеримого антиферромагнитного порядка, переходы между которыми с изменением числа носителей реализуются как через области фазового расслоения, так и спирального магнитного порядка. Вблизи потолка и дна зоны обнаруживается ферромагнитный порядок.

Также был изучен вопрос насыщенности обнаруженных магнитных состояний (энергия Ферми попадает только в одну из подзон: в подзону для электронов с проекцией спина вверх или вниз). Оказалось, что насыщенные состояния преимущественно реализуются при больших абсолютных значениях s-d обменного взаимодействия.

Сравнение с расчетами в рамках модели Хаббарда в аналогичном приближении показывает [1], что наличие локальных моментов стабилизирует ферромагнитный порядок при малом числе носителей тока даже при малых ( $-I$ ). В случае большого числа носителей результаты качественно близки: обнаруженные состояния и типы фазовых переходов между ними одинаковы.

Полученные результаты могут быть применены к описанию свойств ферромагнитных полупроводников и соединений, содержащих ионы редкоземельных металлов.

1. P.A. Igoshev et al., J. Phys.: Condens. Matter 27, 446002 (2015)

## ION BEAM DOMAIN PATTERNING IN PLATES OF NON-POLAR CUT LITHIUM NIOBATE

Pashnina E.A.<sup>1</sup>, Chezganov D.S., Vlasov E.O., Turygin A.P.,  
Nuraeva A.S., Shur V. Ya.<sup>1</sup>

- <sup>1</sup>) School of Natural Sciences and Mathematics, Ural Federal University,  
Yekaterinburg, Russia  
E-mail: [helen.pashnina@gmail.com](mailto:helen.pashnina@gmail.com)

The domain switching by ion beam on Y-cut plates of lithium niobate has been studied. The irradiation resulted in the formation of wedge-like domains grown along Z-polar direction. We have measured dependences of the domain sizes on irradiation conditions and proposed model of domain growth.

The domain evolution on the polar surfaces of lithium niobate (LN) during switching by various techniques is well studied whereas the forward growth stage of domain evolution mostly remained hidden. The domain interaction during the stage is one of the key problems for the creation of the periodical domain structures with short periods. The focused ion beam (i-beam) irradiation controlled by the lithographic system was shown to be a promising method for short-pitch domain poling due to highly localized nanosized field source induced by injected charges [1]. The study of domain switching by i-beam on the nonpolar cuts allow revealing the features of domain intergrowth along the polar direction. From a practical point of view, the geometry of the X-cut LN plates provides direct access to the largest nonlinear-optical and electro-optical tensor elements that promises a smaller size of devices.

We have studied the i-beam domain patterning in 1-mm-thick Y-cut optical grade plates of MgO-doped lithium niobate (MgOLN) single crystals. The 100-nm-thick solid Cu electrode was deposited on the opposite surface and grounded during irradiation. The dual-beam Auriga Crossbeam Workstation (Carl Zeiss NTS) equipped with i-beam lithography system Elphy Multibeam (Raith GmbH) was used for i-beam irradiation [2]. The piezoresponse force microscopy (PFM) was applied for the surface domain imaging. The surface relief obtained after selective chemical etching in HF:HNO<sub>3</sub> 1:1 was visualized by optical microscopy in the dark field mode, by the scanning electron microscopy in secondary electron detection mode. The atomic force microscopy was used to measure domain depth after etching.