

КВАНТОВЫЙ NV-МИКРОСКОП QDM



При этом исследования можно производить как при нормальных условиях, так и при низких температурах.

Квантовый NV-микроскоп (QDM) представляет собой уникальное оборудование для магнитной микроскопии.

Сенсором магнитного поля в NV-микроскопе выступает центр окраски в алмазе - азотно-вакансионный центр (NV-центр).

В основе метода лежит спиновый магнитный резонанс на NV-центрах. Он может обеспечивать количественную и неразрушающую микроскопическую визуализацию магнитного поля, отличающуюся высоким пространственным разрешением, широким полем зрения, большим динамическим диапазоном обнаружения магнитного поля и высокой скоростью визуализации.

Характеристики

Параметр	Значение
Чувствительность измерения магнитного поля	5 мкТл/ $\sqrt{\text{Гц}}$ на пиксель
Пространственное разрешение по магнитному изображению	400 нм
Разрешение	1024x1024
Поле сканирования	1 ммx1 мм
Лазер	532 нм
Неоднородность магнитного поля	< 5%
Диапазон внешнего магнитного поля	0-5 мТ (катушка Гельмгольца)
	0-100 мТл (постоянные магниты)
	0-1 Тл (сверхпроводящий магнит)
Детектор	матрица sCMOS с задней подсветкой
Виброизоляция	пневматическая

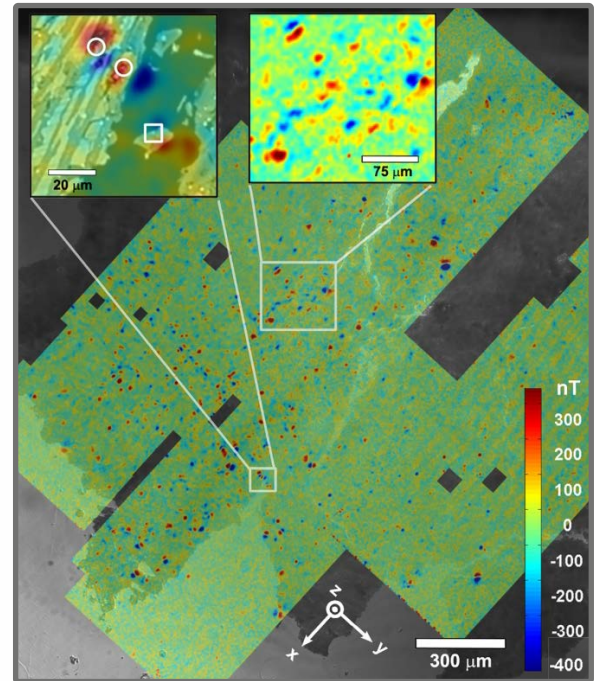
Возможности оборудования

■ Палеомагнитные исследования

В момент своего формирования различные горные породы намагничиваются магнитным полем земли. Измеряя остаточную намагниченность в геологических образцах, мы можем вычислить напряженность и направление магнитного поля Земли в прошлом.

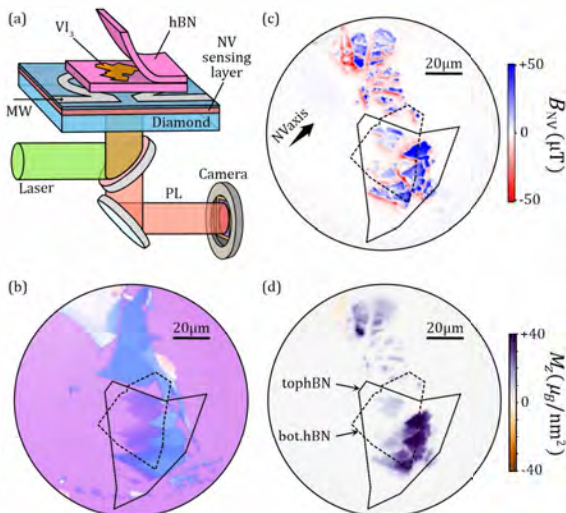
Из-за низкого значения намагниченности эта величина измеряется интегрально, в образцах размером от нескольких миллиметрах до сантиметров. Однако в субмиллиметровом диапазоне геологические образцы часто бывают неоднородными по структуре. При этом наибольший вклад в намагниченность вносят ферромагнитные включения.

Квантовый NV-микроскоп обладая чувствительностью при измерении магнитного поля $5 \text{ мкТл}/\sqrt{\text{Гц}} \cdot T_{\text{ш}}^{1/2}$ и пространственным разрешением 400 нм позволяет «считывать» магнитную информации с субмикронной точностью.



Ref: Geochem. Geophys. Geosyst:18

■ Двухмерные магнетики Ван-дер-Ваальса



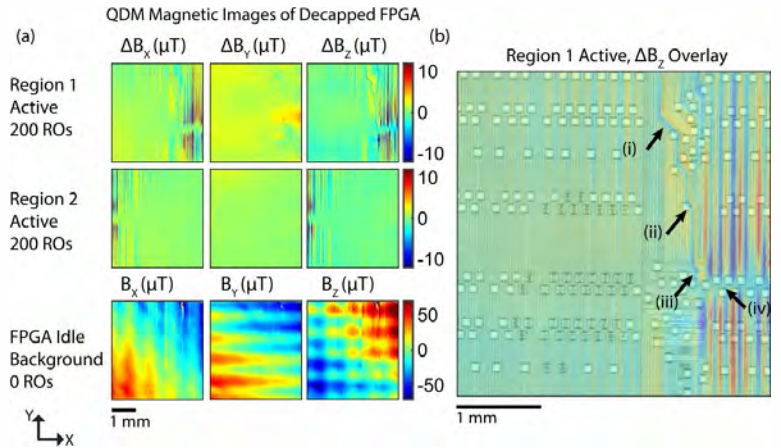
Ref: Adv. Mater. 2020, 2003314

■ Распределение тока в чипах

Распределение плотности тока в активных интегральных схемах (ИС) приводит к формированию магнитных полей. QDM использует плотный слой флуоресцентных NV-центров на поверхности прозрачной алмазной подложки, расположенной в непосредственной близости с поверхностью ИС. Путем измерения интенсивности флуоресценции NV-центров может быть визуализировано распределение магнитного поля вокруг, например, чипа FPGA.

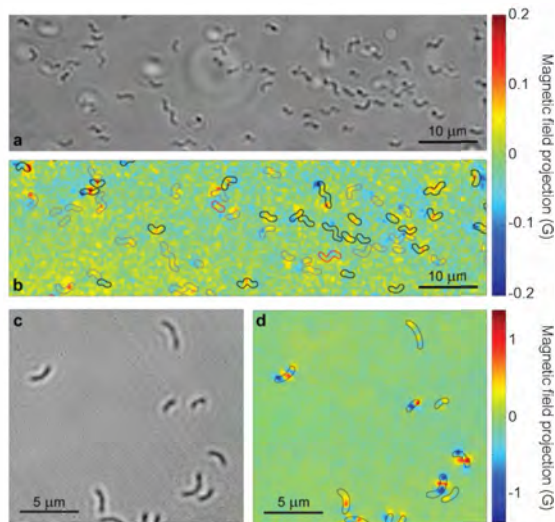
Помимо уникальных электронных свойств, присущих большинству представителей семейства двумерных материалов, наличие магнитного упорядочения в данных соединениях позволяет контролировать их электронные, оптические и магнитные свойства с помощью внешнего электрического поля. Квантовый алмазный микроскоп может не только напрямую отображать магнитное поле двумерных магнетиков Ван-дер-Ваальса, но и намагничивать образец за счёт внешнего магнитного поля. Это позволяет исследовать происхождение ферромагнетизма и динамику доменных стенок при управлении внешним полем.

Таким образом, комбинированное картографирование магнитных полей с высоким разрешением и широким полем зрения даёт одновременно структурную и функциональную информацию об ИС и позволяет идентифицировать вредоносные схемы, обнаруживать подделки, дефекты и т.п.



Ref: Physical Review Applied 14.1 (2020): 014097.

■ Оптико-магнитная визуализация живых клеток



Магнитное изображение — мощный инструмент для исследования биологических и физических систем. Однако существующие методы либо имеют низкое пространственное разрешение по сравнению с NV-микроскопией, (например, МРТ), либо, имея достаточное разрешение, проводят измерения в условиях, которые исключают возможность исследования живых биологических образцов (например, СКВИД или МРСМ).

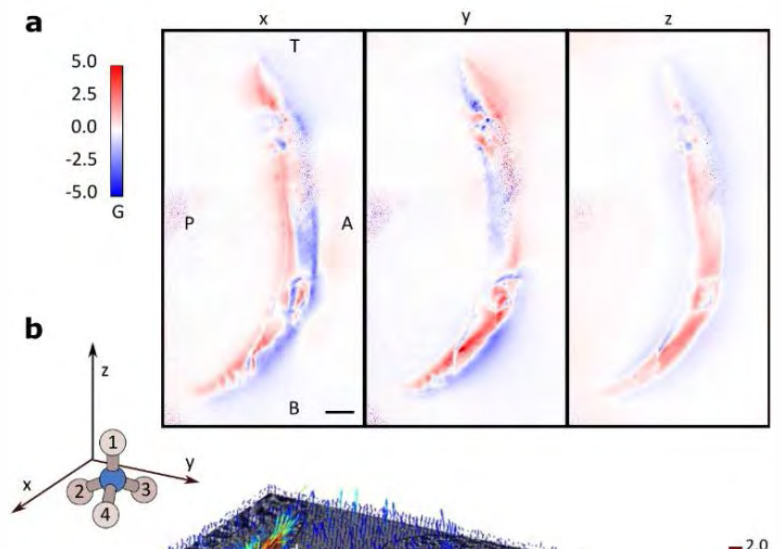
Результаты, полученные с помощью NV-микроскопа, дают новую возможность для визуализации биоманнитных структур в живых клетках при нормальных условиях с пространственным разрешением 400 нм и позволяют получать широкий спектр магнитных сигналов в клетках.

Ref: Nature 496.7446 (2013): 486-489

■ Биоманнетизм

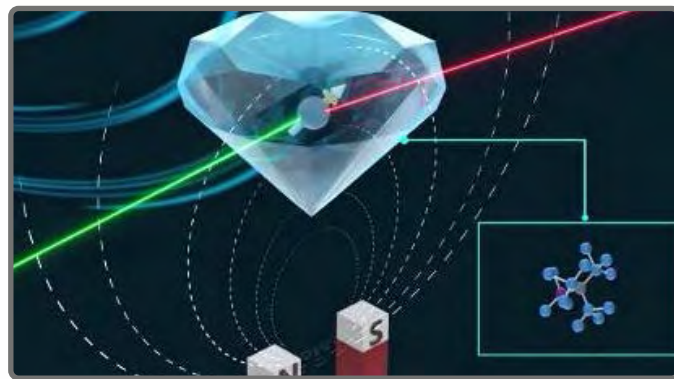
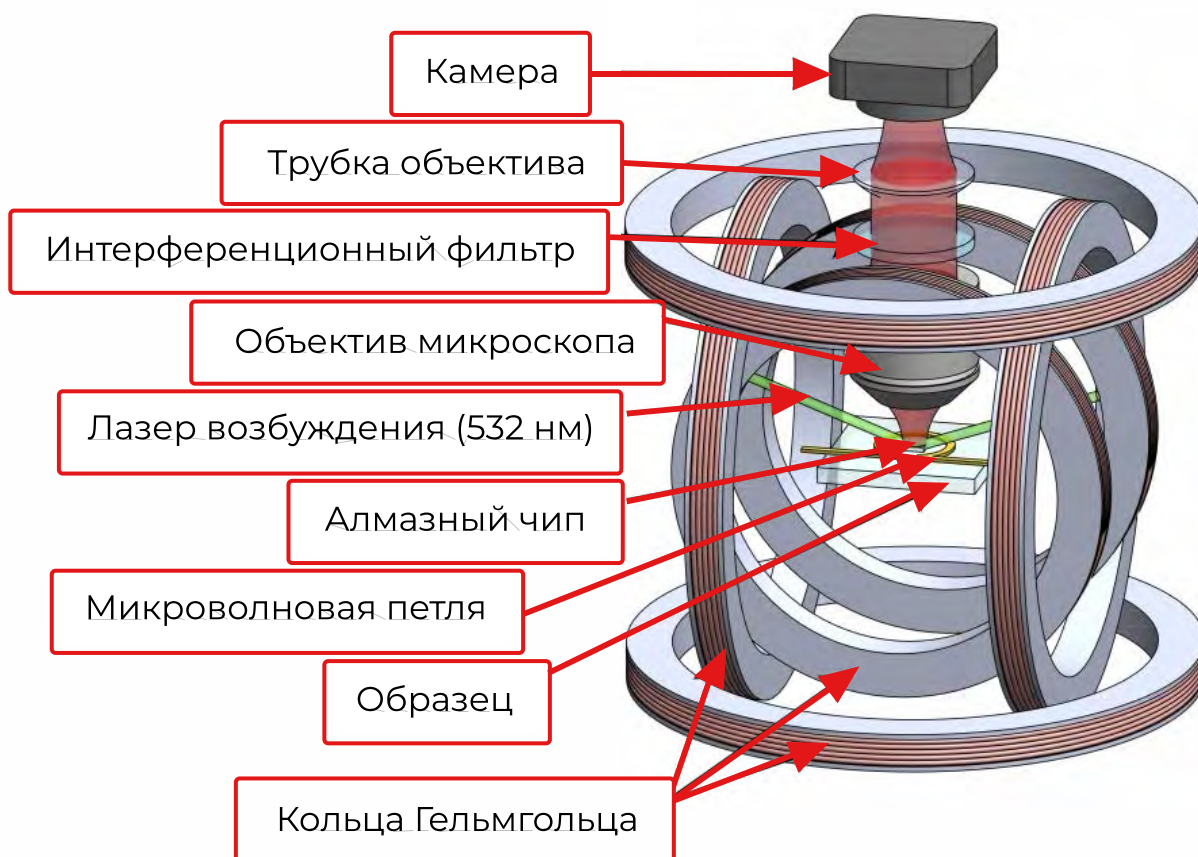
Появление технологии квантовой визуализации открывает новые возможности для прямого исследования магнитных структур. Например, для внутриклеточного магнитного профилирования эукариотической системы.

Используя возможности квантового NV-микроскопа, удалось картировать основные минеральные фазы (ферригидрит и магнетит) в развивающихся зубах *Acanthopleura hirtosa* с субмикронным разрешением. Это позволит понять механизмы, управляющие сборкой минералов в живых организмах



Ref: Nature 496.7446 (2013): 486-489

Квантовый NV-микроскоп



📍 Москва
📍 Екатеринбург
📍 Новосибирск

+7 (800) 250-34-64
www.element-msc.ru
info@element-msc.ru

 ZHONGTAI