

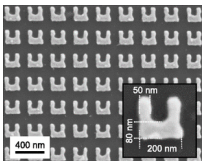
Оптический отклик Ми-резонансных наночастиц, связанных с диэлектрическими волноводами

Нестеров К. Е.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ
Кафедра квантовой электроники

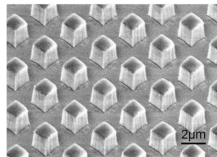
Оптические метаматериалы

Металлические

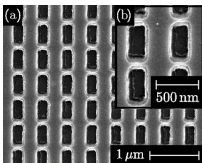


Enkrich C. et al., *Phys. Rev. Lett.*, 95, 203901 (2005)

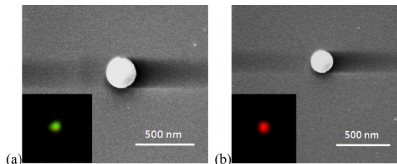
Неметаллические



Ginn J.C. et al., *Phys. Rev. Lett.*, 108, 097402 (2012)

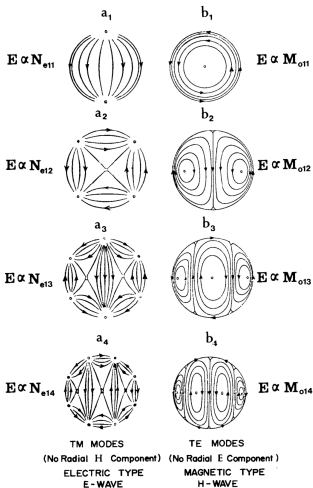


Reinhold J. et al., *Phys. Rev. B*, 86, 115401 (2012)

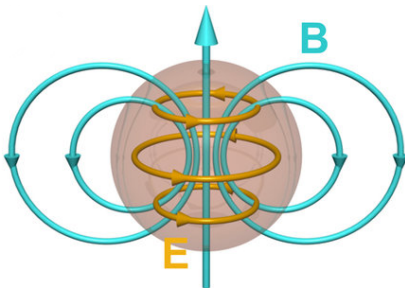


Evlyukhin A.B. et al., *Nano Lett.*, 12, 3749 (2012)

- Отрицательный показатель преломления
- Оптический магнетизм



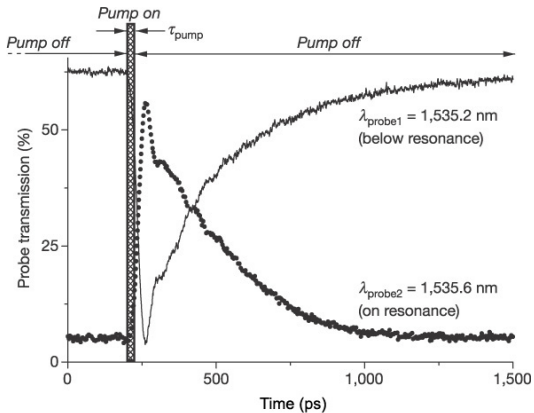
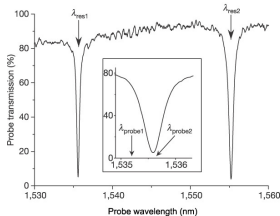
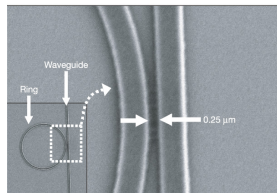
Bohren C.F. et al., *Absorption and Scattering of Light by Small Particles*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany (1998)



Kuznetsov A.I. et al., *Sci. Rep.*, 2, 492 (2012)

- Сферы, позже цилиндры
- Первая магнитная мода
- Ненулевой магнитный дипольный момент

Сверхбыстрые полностью оптические переключатели



Vilson R.A. et al., *Nature*, 431, 1081 (2004)

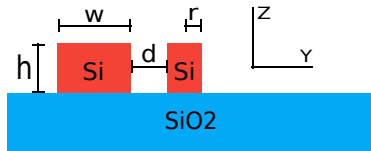
- Изменение показателя преломления путём двухфотонного поглощения

Постановка задачи

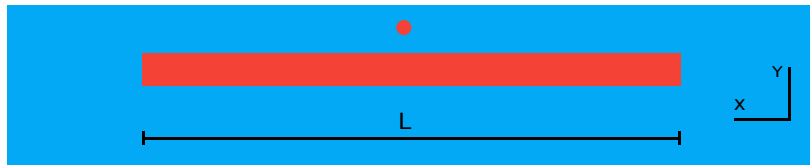
Цель работы:

- Численно определить оптимальные параметры системы из одного нанодиска и волновода для эффективного возбуждения магнитного резонанса.
- Последовательно численно определить оптимальные параметры системы из нескольких связанных с волноводом нанодисков в зависимости от их количества. При этом исследовать различные конфигурации расположения дисков относительно волновода (с одной и с двух сторон).
- Ввести метрику и провести сравнение с существующими решениями, близкими по функциональности.

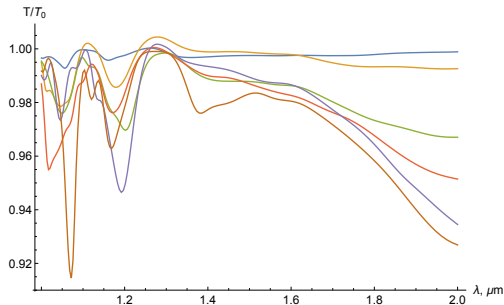
Исследуемые наноструктуры



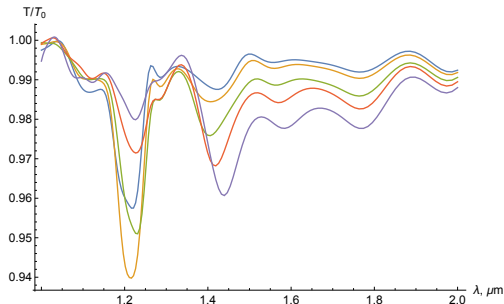
Параметр	Значение
λ	1.0 мкм–2.0 мкм
L	10 мкм
w	0.6 мкм
h	0.25 мкм, 0.4 мкм
r	0.1 мкм–1.0 мкм
d	–0.09 мкм–1.0 мкм
N	1–20
$D_{i,i+1}$	0 мкм–0.4 мкм



Система волновод – нанодиск

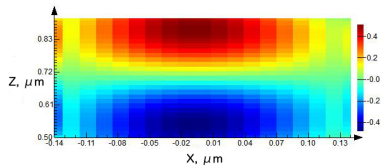
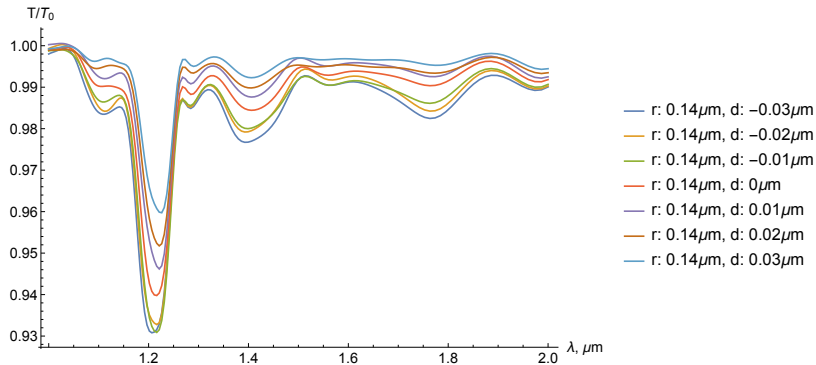


E_{\parallel}

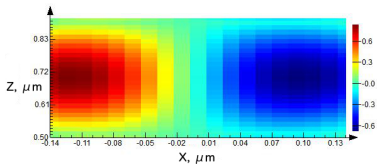


E_{\perp}

Система волновод – нанодиск

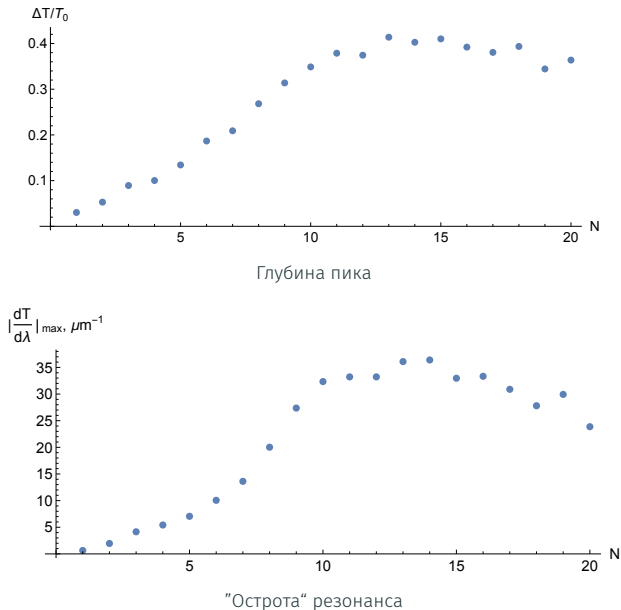


E_x

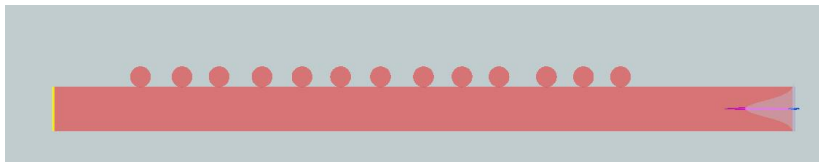
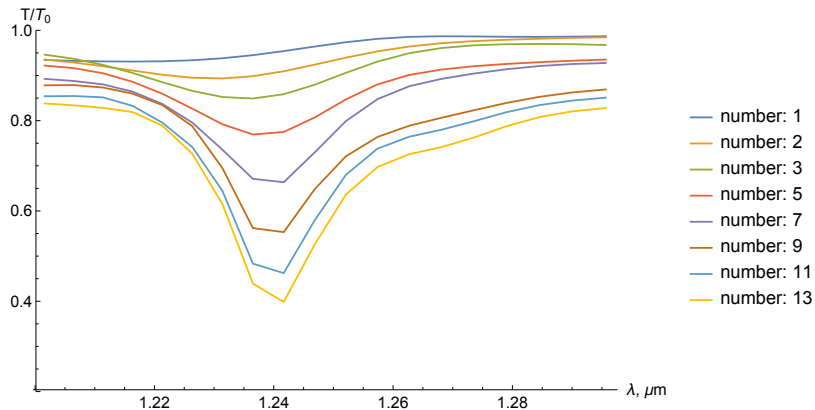


E_z

Система волновод – массив нанодисков



Система волновод – массив нанодисков



Сравнение с функциональными аналогами

Важны площадь структуры, время отклика и максимальная производная пика

Сравниваемая структура	$(dT/d\lambda)_{max}/S, \mu m^{-3}$	$1/\Delta\omega, c$
Одиночный нанодиск	19.7	$7.8 \cdot 10^{-14}$
Массив нанодисков	19.1	$2.8 \cdot 10^{-13}$
Кольцевой резонатор (Si) ¹	$1.3 \cdot 10^3$	$1.5 \cdot 10^{-11}$
Кольцевой резонатор (Si ₃ N ₄) ²	$3 \cdot 10^3$	$1.5 \cdot 10^{-8}$
Дисковый резонатор (Si) ³	$6.7 \cdot 10^2$	$1.0 \cdot 10^{-8}$






¹Vilson R.A. et al., *Nature*, 431, 1081 (2004)

²Gondarenko A. et al., *Opt. Express*, 17, 11366 (2009)

³Soltani M. et al., *Opt. Express*, 15, 4694 (2007)

Выводы

- Численно определены оптимальные параметры системы из одного нанодиска, связанного с волноводом, для эффективного возбуждения магнитного резонанса.
- Последовательно численно определены оптимальные параметры системы из нескольких связанных с волноводом нанодисков в зависимости от их количества.
- Рассмотрены как системы с односторонним, так и с двухсторонним расположением дисков относительно волновода.
- Обнаружен "эффект насыщения" резонанса от количества резонаторов и определены предельные характеристики, достижимые на подобной конфигурации.
- Введена метрика и проведено сравнение с существующими решениями, близкими по функциональности.

-  Enkrich C. et al., *Phys. Rev. Lett.*, 95, 203901 (2005).
-  Reinhold J. et al., *Phys. Rev. B*, 86, 115401 (2012).
-  Ginn J.C. et al., *Phys. Rev. Lett.*, 108, 097402 (2012).
-  Evlyukhin A.B. et al., *Nano Lett.*, 12, 3749 (2012).
-  Bohren C.F. et al., *Absorption and Scattering of Light by Small Particles*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany (1998).
-  Kuznetsov A.I. et al., *Sci. Rep.*, 2, 492 (2012).
-  Vilson R.A. et al., *Nature*, 431, 1081 (2004).
-  Gondarenko A. et al., *Opt. Express*, 17, 11366 (2009).
-  Soltani M. et al., *Opt. Express*, 15, 4694 (2007).