

量子ドットを用いた量子光源の開発

Keywords: 半導体量子ドット、量子情報処理、量子暗号通信

光機能分野 ナノフォトニクスグループ

黒田 隆

KURODA.Takashi@nims.go.jp | http://www.nims.go.jp/laser_kuroda



研究の背景

- ITの急速な進展と情報セキュリティの確保
- 量子暗号通信は絶対の秘匿性を持つ通信技術。ただし伝送距離は数10キロに限られていた
- 遠距離伝送には「量子もつれ」を生む光源が必要

研究の狙い

- 単一の原子から「量子もつれ」を発生可能。しかし実用性に乏しい。
- 原子の代わりに量子ドットを活用。汎用的な量子もつれ光源を目指す
- 高い量子相関度・高輝度・高温動作(液体ヘリウム要らず)

最先端研究トピックス

絶対の秘匿性を保証する量子暗号通信。
情報を運ぶのはひとつぶの光子。しかし、
伝送距離は数10kmに限られている

より遠くに伝送するには量子中継が必要
鍵となる開発要素が量子もつれ光子源

量子もつれ光子対は、偏光に相関がある
光子のペア。その相関は古典論の枠を超え、
いわゆるシュレディンガーの猫の状況。

孤立原子の蛍光2光子はもつれ相関を持つ。
量子ドットを用いる場合、ナノ界面の異方性がない
対称性の高い形状が必須。

NIMSオリジナルの量子ドット成長法を用いて、
高対称な量子ドットを実現。

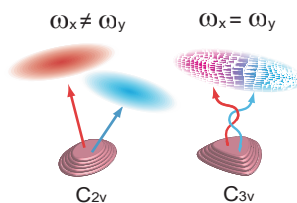
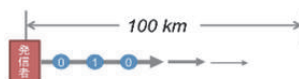


図: 従来の異方的量子ドットは、
もつれを出さないが、三角形の
量子ドットはもつれを発生

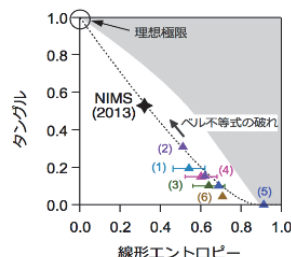


図: 我々の光子源と
報告値との比較。
卓越した性能を持つ

文献

- ・ T. Kuroda et al., Phys. Rev. B 88, 041306(R) (2013).
- ・ G. Sallen et al., Nature Commun. 5, 3268 (2014).
- ・ M. Manca et al., Appl. Phys. Lett. 112, 142103 (2018).

まとめ

- 固体ベース量子もつれ光源の開発に成功
- 従来の量子ドット光源を凌駕する性能
- 古典極限を越える強い量子相関

実用化への目標

- 【現状】光励起で動作→【今後】電流動作へ
- 【現状】可視波長域 →【今後】通信波長帯へ
- 【現状】動作温度10K→【今後】80Kで液体窒素駆動