

On-demand semiconductor single-photon source with near-unity indistinguishability

Yu-Ming He, Yu He, Yu-Jia Wei, Dian Wu, Mete Atatüre, Christian Schneider, Sven Höfling, Martin Kamp, Chao-Yang Lu and Jian-Wei Pan

Nature Nanotechnology volume 8, pages 213–217 (2013)

半導体量子ドットは、光学回路、物質やキュービット (qubit) などへの接続が容易であることなどから量子情報の分野において大きな利点を持っている。量子情報通信における、それらの利用の前提条件として挙げられるのは高い量子効率と光子間の不可識別性である。パルス共鳴励起は dephasing の効果を抑制し、High quality な単一光子を生成することができる。この論文では、我々は微細加工を施した量子ドットに対して 3 ps 幅の s 殻共鳴パルス励起による単一光子生成を行った。 π パルス共鳴励起を行うことでバックグラウンドの寄与を 0.3 % 以下に抑制し、また 2 光子が同時に発生する確率を除くことができる。その実験結果として、2 光子間の Non-postselective Hong-Ou-Mandel 干渉実験において、トラップ原子やイオンなどと comparable order である 0.97(2) という高い visibility を得た。またこの 2 光子干渉は高精度の controlled-NOT gate の実装にも応用される。

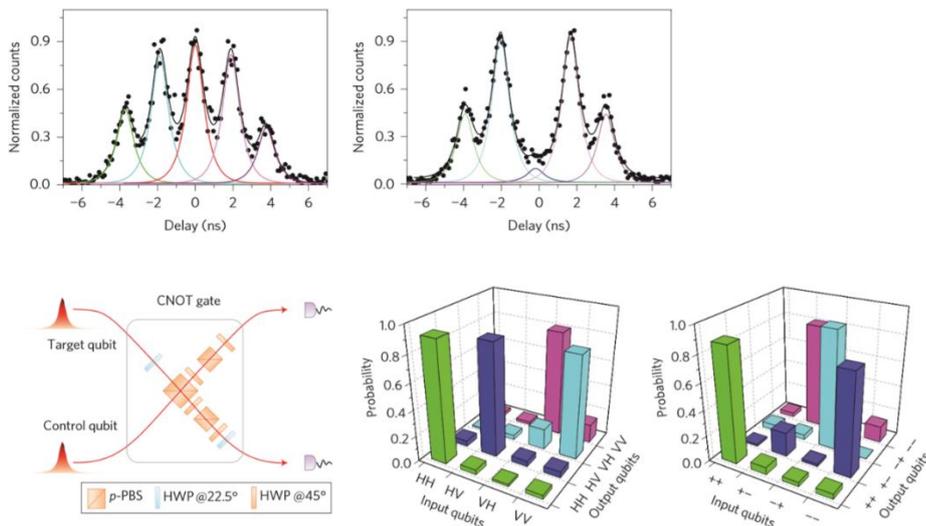


図 HOM 干渉の実験結果と Controlled-NOT gate 実験系と実験結果

Evidence for reversible control of magnetization in a ferromagnetic material by means of spin-orbit magnetic field

Alexandr Chernyshov¹, Mason Overby¹, Xinyu Liu², Jacek K. Furdyna²,

Yuli Lyanda-Geller¹ and Leonid P. Rokhinson¹

*1*Department of Physics and Birck Nanotechnology Center, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907, USA, *2*Department of Physics, University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana 46556, USA.

Nature Phys. **5**,656–659 (2009)

磁気ランダムアクセスメモリのような磁気デバイスは、磁性物質の磁化の向きを情報の 1,0 に対応させることから電源が切れても情報を失うことのない不揮発性のメモリとして近年注目されている。磁気デバイスの情報処理には磁化の向きを効率的に制御することが求められるが、その方法のひとつとして電流によって磁化を制御するという方法がある。この方法においてはスピン軌道相互作用が重要であり、そのスピン軌道相互作用がもたらす代表的な現象として電流誘起スピン偏極が存在する。そこで本論文では電流誘起スピン偏極によって磁化の方向の可逆的な制御をおこなったのでその結果を報告する。

実験では強磁性半導体である(Ga,Mn)As を用いて R_{xy} の磁化依存性から R_{xy} の測定によって電流と磁化の依存性を調べた。電流を流すと電流と垂直な方向の(Ga,Mn)As の有効磁場が誘起される。はじめに外部磁場によって(Ga,Mn)As の磁化をある方向に固定しておく、誘起された有効磁場によってその方向を中心にして磁化容易軸への磁化のスイッチングがみられた。また電流の向きを変えることによって磁化の向きが可逆的に制御できることが確かめられた。図は 1mA 交流パルス電流を流したときの R_{xy} の電流依存性である。

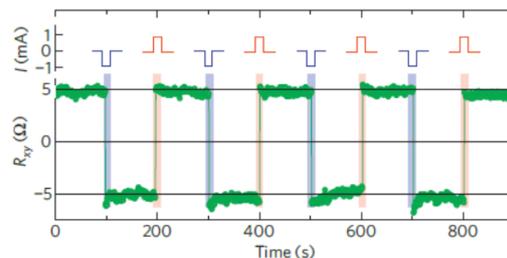


図 磁化に依存する R_{xy} の電流依存性

Generation of 120-fs laser pulses at 1-GHz repetition rate derived from continuous wave laser diode

A. Ishizawa,^{1,*} T. Nishikawa,¹ A. Mizutori,² H. Takara,³ H. Nakano,¹ T. Sogawa,¹ A. Takada,⁴ and M. Koga²,
¹NTT Basic Research Lab, NTT Corporation, 3-1 Morinosato Wakamiya, Atsugi, Kanagawa 243-0198, Japan,
²Oita University, 700 Dannoharu, Oita 870-1192, Japan,
³NTT Network Innovation Lab, NTT Corporation, 1-1 Hikari-no-oka, Yokosuka, Kanagawa 239-0847, Japan,
⁴The University of Tokushima, 2-1 Minami-Josanjima, Tokushima 770-8506, Japan,
 OPTICS EXPRESS, Vol.19, No.23, pp22402-22409 (2011).

近年、超短光パルスと呼ばれるピコ秒以下のパルス幅を持つ光波は、基礎研究のみならず加工や医療など非常に広い分野で利用されている。従来、典型的には光パルスの繰り返し周波数は高いものでも数百 MHz 程度のものが用いられてきた。さらに繰り返し周波数の高い光波を用いることで、低侵襲且つ S/N 比の高い物性計測や、光周波数コム各成分の制御が可能になることから、GHz 超の高繰り返しパルスレーザーの開発が進められている。超短光パルスの発生法としてはカーレンズモード同期や非線形偏波回転などの手法が良く用いられるが、繰り返し周波数は共振器長の逆数で決定されるため高い繰り返し周波数を実現するためには非常に短尺な共振器が必要となり、構築自体が困難になるという欠点があった。

本論文では連続波に対し位相変調を与えてサイドバンド発生を行うことで高繰り返し超短パルスレーザーを実現させている。変調周波数は 25GHz であり、深い変調度を与えて多数の光周波数コム成分を得るため、位相変調器を 3 台直列に用いている。位相変調のみでは強度としては時間的に一定であるが強度変調器によってパルス化される (図 1)。短いパルス幅を実現させるためにはスペクトル幅を増大化させる必要があるが、本論文では自己位相変調効果を利用している。非線形光学効果の 1 種である自己位相変調を効率よく発生させるため、光学ゲートで周波数を 1GHz に低下させエルビウム添加ファイバーを用いて増幅することで 1 パルスあたりのエネルギーを増大させる手法を用いた。その後、非線形光学効果を避けるためにビーム径を拡大した上でガラスブロックを透過させ、チャープ補償を行った (図 2)。これらの結果、パルス幅 120-fs、繰り返し率 1GHz の超短パルスレーザーを発生させることに成功した。

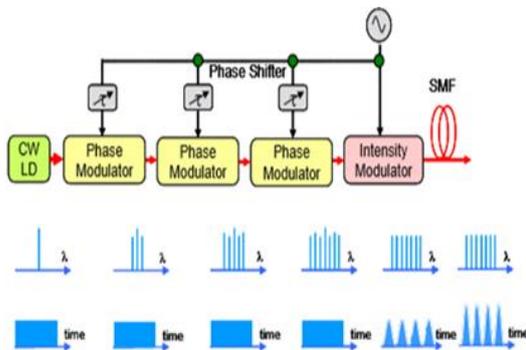


図 1：高繰り返し超短パルスレーザー生成機構

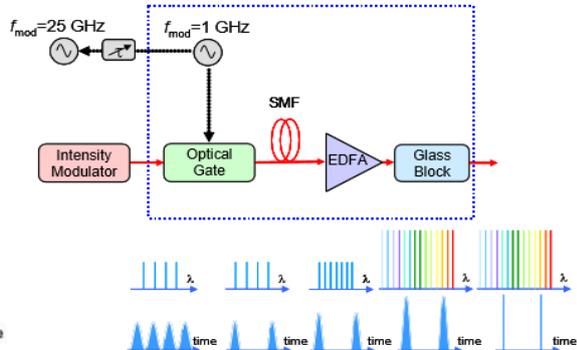


図 2：自己位相変調を用いたパルス幅圧縮