

非選択的パルスを用いたダイヤモンド NV センター ^{15}N 核スピンの初期化方法

A ^{15}N nuclear spin initialization method using non-selective microwave pulses

筑波大数理物質¹, 産総研², 名古屋大工³

○(B) 東 勇佑¹, 野村 晋太郎¹, 渡邊 幸志², 柏谷 聡³

Univ. of Tsukuba¹, AIST², Nagoya Univ.³

○Yusuke Azuma¹, Shintaro Nomura¹, Hideyuki Watanabe², Satoshi Kashiwaya³

E-mail: s1710847@s.tsukuba.ac.jp

近年, 量子計算や量子センシングを始めとする量子情報技術の研究が盛んに行われている. その中で, 固体材料としてダイヤモンド中の負に帯電した窒素空孔 (NV) センターが注目されている. NV センター中の電子スピンは室温でミリ秒程度のスピンコヒーレンス時間を持ち, マイクロ波 (MW) やラジオ波 (RF) を用いて制御することができる. 我々は ^{15}N の NV センターアンサンブルを用いて研究を進めてきた [1]. 量子計算に欠かせない操作のひとつは量子状態の初期化である. 電子スピンはレーザーによる光励起により初期化を行える一方, ^{15}N 核スピンについては準位間のアンチクロスを用いる方法 [2] や線幅の狭い MW により操作する方法 [3] 等が用いられているが, 磁場の不安定性や量子状態のデコヒーレンスの課題がある. これらを解消する手段として, 我々は非選択的パルスを用いて ^{15}N 核スピンを分離することで初期化を試みる.

光励起により電子スピンを $|0\rangle$ に初期化したのち, $|0 \uparrow\rangle \leftrightarrow |1 \downarrow\rangle$ (\uparrow, \downarrow は ^{15}N 核スピンの向き) に共鳴する周波数の MW $\pi/2$ パルス照射し x 軸回りに $\pi/2$ 回転させる. この時, $|1 \downarrow\rangle$ の操作はオンレゾナンスであるのに対し, $|1 \uparrow\rangle$ の操作はオフレゾナンスである. $|1 \uparrow\rangle$ が $|1 \downarrow\rangle$ と $|1 \uparrow\rangle$ の共鳴周波数の差である 3MHz で z 軸回りを歳差運動することを利用して, τ_R で π 回転させる. その後再び MW $\pi/2$ パルス照射することで, 量子状態は $|0 \uparrow\rangle$ と $|1 \downarrow\rangle$ の重ね合わせ状態となる. 次に, $|1 \downarrow\rangle \leftrightarrow |1 \uparrow\rangle$ に共鳴する周波数の RF を τ 時間照射し, $|1 \downarrow\rangle \leftrightarrow |1 \uparrow\rangle$ 間で Rabi 振動させる. その後, 始めに MW で行った操作をもう一度行い, 読み取りを行う. RF を照射した τ 時間が π 回転に当たるものであれば, ^{15}N 核スピンは $|1 \uparrow\rangle$ に全て偏極することが期待される.

[1] G. Mariani, S. Nomoto, S. Kashiwaya, and S. Nomura. *Sci. Rep.* 10, 4813(2020)

[2] V. Jacques, P. Neumann, J. Beck, *et al.* *Phys. Rev. Lett.* 102, 057403(2009)

[3] T. Rosskopf, J. Zopes, J. M Boss, and C. L Degen. *npj Quantum Inf.* 3, 33(2017)

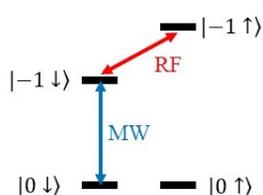


図 1: NV センターのエネルギー準位の概略図

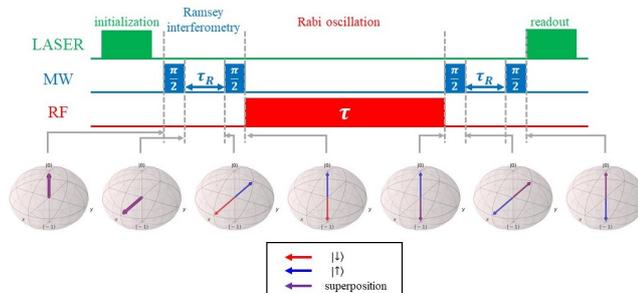


図 2: 今回提案するパルスシーケンス