

励起子分子共鳴ハイパーパラメトリック散乱光における 多光子偏光相関測定

Multi-photon polarization-correlation measurement for photon pairs via
biexciton-resonant hyper-parametric scattering

阪府大院理 ^{○(PC)}山本 康男, 大島 悟郎, 溝口 幸司

Oosaka Pref. Univ. ^{○(PC)}Yasuo Yamamoto, Goro Oohata, Kohji Mizoguchi

E-mail: s_y.yamamoto@p.s.osakafu-u.ac.jp



現在までに励起子分子共鳴ハイパーパラメトリック散乱 (RHPS) を用いた偏光量子もつれ光子対の発生方法が報告されている[1]。RHPS は3次の非線形光学現象であり、励起子分子の2光子共鳴吸収を利用するため、効率良く偏光量子もつれ光子対を生成することが可能である。しかし、これまでの RHPS に関する報告では1光子対の偏光状態の観測に留まっており、量子もつれ光の詳細な量子状態、特に複数光子対を考慮した状態については全く議論されていない。そこで、我々は RHPS によって発生する偏光量子もつれ光に対し、複数光子対まで考慮した偏光量子状態を明らかにすることを目的として実験を行ってきた[2]。ここでは RHPS に対して多光子偏光相関測定を行うための実験系の構築及び観測結果について報告する。

RHPS を発生させるための試料として半導体 CuCl 単結晶を用いた。Fig.1 に4光子偏光相関測定系の概略図を示す。励起光源としてチタンサファイアパルスレーザーの第二高調波を用いて RHPS を発生させ、2つの分光器を用いて量子もつれ光子対を観測した。この時、波長板と偏光ビームスプリッターを用いて検出する偏光状態を選択した。分光器で量子もつれ光子対のみを選択した後、4つの単一光子検出用光電子増倍管を用いて光子対を検出した。光子検出信号は多チャンネル時間相関器に入力して時間相関を算出した。この実験系では光の偏光状態 (水平直線偏光 H、垂直直線偏光 V) に対応して検出器までの光学的距離を変えることによって遅延時間を生じさせている。これにより、検出した光子の偏光状態は時間相関測定によって明確に判別することができる。この観測手法により複数の偏光相関を同時に測定することが可能となり、従来と比較して効率的な測定を行うことができる。Fig. 2 に得られた2光子時間相関ヒストグラムを示す。横軸は分光器1 (MC1)と分光器2 (MC2)で観測された光子検出信号の時間差 (遅延時間)、縦軸は光子検出信号の検出頻度を表す。検出時間差が0 ns 付近の4つのピークはそれぞれ異なる偏光相関の結果を示している。これらのピークの遅延時間は上述した光学的距離の差に起因しており、偏光フィルターとの対応関係から図中に示した偏光相関を表している。図中の記号 VH、HH、VV、HV は2光子の偏光状態を表しており、HH 及び VV 成分の相関が強いことがわかる。RHPS の偏光量子もつれ光子対の偏光量子状態は $(|HH\rangle + |VV\rangle)/\sqrt{2}$ であることから、実験結果は RHPS の量子状態を再現しており、上記実験系を用いた複数の偏光相関の同時測定に成功したといえる。講演では4つの検出器間における偏光相関を算出し、複数光子対における偏光状態について議論する。

[1] G. Oohata, R. Shimizu, and K. Edamatsu, Phys. Rev. Lett. **98**, 140503 (2007).

[2] 山本康男, 他, 日本物理学会 第 69 回年次大会, 27aCD-10, (2014).

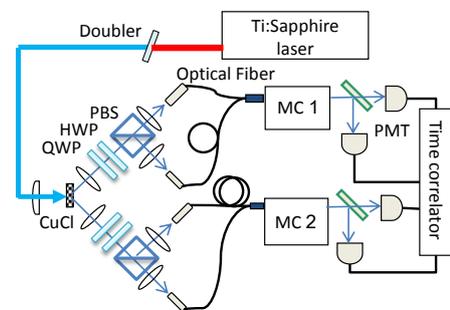


Fig. 1 Experimental setup for multi-photon polarization correlation measurement. QWP: quarter wave plate, HWP: half wave plate, PBS: polarizing beam splitter, MC: monochromator, PMT: photo-multiplier tube.

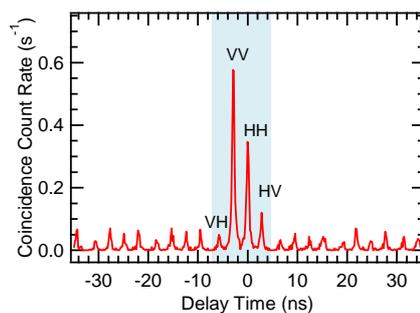


Fig. 2 Time-correlation histogram for RHPS.