

2 光子数状態の非対称型干渉計における非古典的干渉

Non-classical Interference of Two-photon Number State in Asymmetric Interferometers

農工大院工, ○室尾 和之、小田切 雅樹、小倉 瞬

TUAT, ○Kazuyuki Muroo, Masaki Odagiri, Shun Ogura

E-mail: muroo@cc.tuat.ac.jp

非古典的な光の状態である光子数状態を干渉測定に用いると、干渉周期は古典波長ではなくフォトリック・ド・ブローイ波長に支配され、古典的回折限界を越えた干渉測定が可能となることが理論的、実験的に示されている。このことは光の状態を表す波動関数と測定点での電場演算子を用いて量子的に説明され、光電場演算子の位相因子の振る舞いによって生じるものであることがわかる。一方、光電場演算子の振幅因子の取り扱いについてはそれほど明らかではない。これは、従来研究が重ね合わせる光強度が等しい対称型干渉計を対象としているためである。すなわち、光強度の取り扱いとしては、重ね合わせる状態の振幅に反映させる方法と電場演算子の振幅に反映させる方法が考えられるが、対称型干渉計では量子的な解析結果に違いはなく両者を区別することができない。振幅因子の取り扱い方法の違いを区別するためには重ね合わせる光強度が異なる非対称型干渉計が必要である。

図1に非対称型干渉計の典型であるファブリ・ペロー干渉計を示す。入射光の電場 E_0 に対し、透過する光の電場は内部反射の回数ごとに、

$$E_1 = tt' \{ \exp(ik_2d \cos \theta_2) \} E_0 \quad E_n = (r'r')^{n-1} \{ \exp(2ik_2d \cos \theta_2) \}^{n-1} E_1 \quad (1)$$

と表され、電場振幅は公比 $r'r'$ の等比級数となる。このとき振幅比 $r'r'$ を、波動関数の振幅に反映させる場合と、電場演算子の振幅にそのまま反映させる場合とでは、干渉の明瞭度に差が生じ、実験的に両者を区別することが可能となる。また入射角 θ_1 が全反射条件を持たず場合、中間層における光はエバネッセント光となり、式(1)中の振幅因子と位相因子の役割が入れ替わる。この場合、振幅因子となったもとの位相因子を反映させる方法によって、間隔 d を増加させたときの光強度の減衰の速度に差が生じる。これらについて系統的に測定することにより光の位相因子、振幅因子の一般的な量子的取り扱い方法を確立できると考えられる。

中間層の光を進行光、エバネッセント光に切り替え可能で、間隔 d が0から掃引可能なファブリ・ペロー型干渉計として、図2に示すニュートンリング型干渉計を作成する。境界への入射角 θ_1 の設定により中間層の光の状態を、進行光、エバネッセント光とで選択可能で、入射位置を球面と平面の接点から遠ざかる方向に掃引することで間隔 d を掃引可能である。

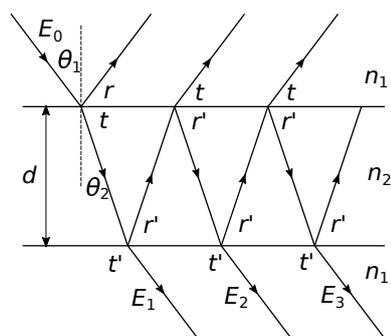


図1: ファブリ・ペロー干渉計

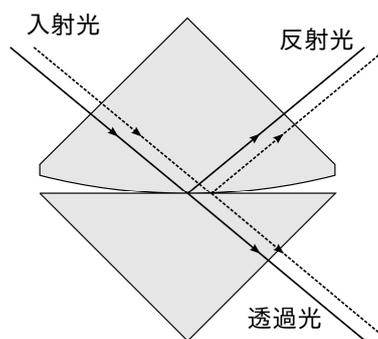


図2: ニュートンリング型干渉計