

**GENERATION OF
POLARIZATION-ENTANGLED PHOTONS
WITH LINEAR OPTICAL DEVICES
AND SPDC TYPE I PROCESS**



WATTHANA SRIKLIN

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2017**

Copyright by Mahidol University
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

GENERATION OF POLARIZATION-ENTANGLED PHOTONS WITH LINEAR OPTICAL DEVICES AND SPDC TYPE I PROCESS

WATTHANA SRIKLIN 5536230 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: WISIT SINGHSOMROJE, Ph.D., WITHOON CHUNWACHIRASIRI, Ph.D., ASAWIN SINSARP, Ph.D. , SUJIN SUWANNA, Ph.D. , PRUET KALASUWAN, Ph.D.

ABSTRACT

In this thesis, we studied the entangled state of the photons. Our work was separated into two parts.

In the first part, we proposed a design of a linear optical circuit that did not rely on nonlinear optic crystals to generate entangled photon pairs from non-entangled photons with high probability. The circuit design employed the Michelson's interferometer to create photon entanglement in the polarization basis. It was shown that by calculation corresponding to each junction in the circuit and the post selection, the designed circuit could produce the desired entangled photon states. From calculation, we could provide the Bell's states $|\Psi^-\rangle$ and $|\Phi^-\rangle$ from post-selection at the output of the circuit.

In the second part, we set up an experiment to create the polarized entangled photon pairs. In this work, we employed the spontaneous parametric down-conversion (SPDC) type I process in the nonlinear crystal which was beta barium borate (BBO) to produce the Bell's state $|\Phi^+\rangle$. After that, we measured the correlation value and compared it with CHSH Bell's inequality to confirm the quantum entanglement. The result of the correlation value was 2.387 ± 0.035 which violated the CHSH Bell's inequality. Therefore, we were able to obtain the polarized entangled photon pairs.

KEY WORDS: ENTANGLE STATE / MICHAELSON'S INTERFEROMETER / BELL'S STATE / CHSH BELL'S INEQUALITY / SPDC PROCESS

50 pages

การสร้างโฟตอนที่มีความพัวพันเชิงโพลาริเซชันด้วยทัศนอุปกรณ์เชิงเส้นและกระบวนการแปลงแบบเกิดขึ้นเองชนิดที่หนึ่ง

GENERATION OF POLARIZATION-ENTANGLED PHOTONS WITH LINEAR OPTICAL DEVICES AND SPDC TYPE I PROCESS

วัฒนา ศรีกลิ่น 5536230 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: วิศิษฐ์ สิงห์สมโรจน์, Ph.D., วิฑูร ชื่นวชิรศิริ, Ph.D., อัครวิสินทร์พย์, Ph.D. สุจินต์ สุวรรณะ, Ph.D., พงศ์ กภาพสุวรรณ, Ph.D.

บทคัดย่อ

ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสนใจเกี่ยวกับสถานะพัวพันของโฟตอน ซึ่งงานที่ทำจะมีด้วยกันสองส่วน

ส่วนแรก เราได้เสนอการออกแบบวงจรเชิงแสงโดยในวงจรที่ออกแบบนี้จะไม่อาศัยผลึกไม่เชิงเส้นเพื่อสร้างคู่โฟตอนที่พัวพันกันที่มีโอกาสพบสูงขึ้นมาจากคู่โฟตอนที่ไม่ได้มีความพัวพันกันมาก่อน ในการออกแบบเราอาศัยมาตรวัดแบบไมเคอสันเพื่อช่วยในการสร้างสถานะพัวพันเชิงโพลาริเซชัน ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้มีการแสดงการคำนวณการเปลี่ยนแปลงไปของสถานะของโฟตอนเมื่อผ่านอุปกรณ์และทำการเลือกวัดเพื่อที่จะได้สถานะพัวพันของโฟตอน โดยจากการคำนวณหลังจากโฟตอนออกจากวงจรมาแล้วจะมีสถานะเป็น $|\Psi^-\rangle$ และ $|\Phi^-\rangle$ ซึ่งเป็นสถานะของเบล

ส่วนที่สอง เราทำการทดลองเพื่อสร้างคู่โฟตอนที่มีความพัวพันกันเชิงโพลาริเซชันโดยอาศัยกระบวนการแปลงลงอิงพาราเมเตอร์แบบเกิดขึ้นเองภายในผลึกเบต้าแบเรียมบอเรต เราสามารถสร้างสถานะ $|\Phi^+\rangle$ หลังจากนั้นเราทำการวัดค่าความสัมพันธ์ของคู่โฟตอนแล้วเปรียบเทียบกับอสมการของเบลเพื่อให้แน่ใจว่าโฟตอนมีสมบัติความพัวพันเกิดขึ้นแล้ว ซึ่งผลที่ได้คือค่าความพัวพันเป็น 2.387 ± 0.035 ซึ่งมีค่ามากกว่าอสมการของเบล แสดงว่าสถานะที่ได้เป็นสถานะที่มีความพัวพันเชิงโพลาริเซชันแล้ว