

**NUMERICAL SIMULATION OF ACOUSTIC LENSES BASED ON
FRESNEL ZONE PLATE**



PHAT SUTTHASATHUCHANA

**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 OF MAHIDOL UNIVERSITY

NUMERICAL SIMULATION OF ACOUSTIC LENSES BASED ON FRESNEL
ZONE PLATE

PHAT SUTTHASATHUCHANA 5536234 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: CHAIWOOT BOONYASIRIWAT, Ph.D.,
MICHAEL ANTONY ALLEN, Ph.D.

ABSTRACT

In this work, we propose frequency dependent formulas for constructing Fresnel zone plates (FZP) for focusing plane and spherical acoustic waves. We also developed MATLAB and FORTRAN simulation programs for simulating acoustic wave propagation through FZP in two dimensions in order to validate the proposed formulas. And the numerical results from both cases indicated that the FZP could successfully focus acoustic wave at low and high frequencies. The results matched well with a simulation of an underwater wave at a frequency of 200 kHz and wave speed of 1500 m/s. For this reason, we concluded that our developed program was reliable. And therefore, an equation used to generate the Fresnel zone plate with an arbitrary focal point was proposed as well. An efficiency comparison between the Fresnel zone plate and scattering-type acoustic lens focusing at a wave at a frequency of 2140 Hz and wave speed of 330 m/s was reported.

KEY WORDS: FRESNEL ZONE PLAT / ACOUSTIC LENS / FINITE
DIFFERENCE METHOD/ NUMERICAL SIMULATION

49 pages

แบบจำลองเลนส์เสียงโดยใช้เฟรสเนลโซนเพลต

NUMERICAL SIMULATION OF ACOUSTIC LENSES BASED ON FRESNEL ZONE PLATE

พัฒน สัตถาสาธุชนะ 5536234 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ชัยวุฒิ บุญญศิริวัฒน์, Ph.D., MICHAEL ANTONY ALLEN, Ph.D.

บทคัดย่อ

ในงานนี้เราจะนำเสนอสมการในการสร้างเฟรสเนลโซนเพลตสำหรับโฟกัสคลื่นเสียงโดยแหล่งกำเนิดคลื่นที่เราใช้นั้นมี 2 ประเภทคือ คลื่นระนาบและคลื่นทรงกลม ซึ่งสมการของเฟรสเนลโซนเพลตนั้นเป็นสมการที่ขึ้นกับความถี่ จากนั้นเราทำการพัฒนาการเขียนโปรแกรมสำหรับการจำลองคลื่นเสียงในสองมิติ โดยให้คลื่นผ่านเฟรสเนลโซนเพลตที่เราได้ออกแบบไว้ โดยเขียนผ่านโปรแกรม แมทแลป และ ฟอรัเทรน ซึ่งผลที่จากการจำลองของคลื่นทั้งสองประเภทนั้น พบว่าเฟรสเนลโซนเพลตที่เราออกแบบนั้นสามารถโฟกัสคลื่นเสียงได้อย่างดีทั้งที่ความถี่ต่ำและที่ความถี่สูง เราได้ทำการเปรียบเทียบผลกับงานวิจัยอื่นที่ได้รับการตีพิมพ์ โดยเป็นการจำลองคลื่นใต้น้ำ ที่ความถี่ 200 กิโลเฮิร์ต ที่ความเร็วคลื่น 1500 เมตรต่อวินาที ซึ่งผลที่ได้นั้นเหมือนกันจึงแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมที่เราได้พัฒนาขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพ จากนั้นเราจะนำเสนอสมการในการสร้างเฟรสเนลโซนเพลตสำหรับกรณีที่แนวโฟกัสไม่ตั้งฉากกับโซนเพลตเพื่อทำการโฟกัสที่ตำแหน่งใดๆ สุดท้ายเราจะทำการเปรียบเทียบการใช้เฟรสเนลโซนเพลตกับเลนส์คลื่นเสียงที่ใช้หลักของการกระเจิงของคลื่นเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยใช้ความถี่ที่ 2140 Hz และ ความเร็ว 330 m/s

49 หน้า