

บทที่ 1

บทนำ

การสร้างแหล่งกำเนิดแสง far-infrared แบบอาพันธ์ (coherent) ที่มีความเข้มสูงซึ่งเป็นเป้าหมายของโครงการย่อยที่ 3 ของห้องปฏิบัติการวิจัยนิวตรอนพลังงานสูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สามารถทำได้โดยให้ลำอิเล็กตรอนเชิงสัมพัทธภาพตกกระทบตัวกลางแล้วเกิดการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในกรณีที่อิเล็กตรอนถูกบีบให้เป็นลำเล็กๆและมี bunch length อยู่ในเรือนของ femtosecond (10^{-15} วินาที) รังสี far-infrared จะถูกแผ่ออกมาโดยมีลักษณะแบบอาพันธ์ กล่าวคือความเข้มของรังสีจะเป็นสัดส่วนกับ N^2 (โดยที่ N คือจำนวนอิเล็กตรอนในลำอิเล็กตรอน) ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดความเข้มที่สูงมาก

การบีบลำอิเล็กตรอนพลังงาน 2.5 MeV ให้มี bunch length อยู่ในเรือนของ femtosecond นั้น ทำได้โดยอาศัย magnetic bunch compression หลักการคือลำอิเล็กตรอนที่ผลิตมาจาก rf gun อิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงกว่าจะเคลื่อนที่ออกมาก่อนและเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าอิเล็กตรอนที่มีพลังงานต่ำกว่า เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นระยะห่างระหว่างอิเล็กตรอนที่มีพลังงานต่างกันก็เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นเมื่อต้องการบีบลำอิเล็กตรอนจำเป็นต้องอาศัยแม่เหล็กแบบอัลฟาเข้ามาช่วย กล่าวคือเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในแม่เหล็กแบบอัลฟาซึ่งมีค่าสนามไม่สม่ำเสมอ อิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงจะใช้เวลาในการเคลื่อนที่ภายในแม่เหล็กมากกว่าอิเล็กตรอนที่มีพลังงานต่ำกว่า โดยเส้นทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนแต่ละตัวในแม่เหล็กแบบอัลฟามีลักษณะคล้ายตัวอักษรอัลฟา (α) และอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าและออกจากแม่เหล็กตรงตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้นอิเล็กตรอนที่มีพลังงานต่ำสามารถที่จะเคลื่อนที่ออกมาจากแม่เหล็กก่อนอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงกว่ามีผลทำให้สามารถบีบลำอิเล็กตรอนให้มี bunch length อยู่ในเรือนของ femtosecond ได้ แนวคิดเกี่ยวกับแม่เหล็กแบบอัลฟานั้นได้ถูกคิดค้นใช้ครั้งแรกกับลำไอออนโดย Enge (1963) ซึ่งแม่เหล็กนั้นต้องไม่ทำให้เกิดการกระจายของลำไอออน กล่าวคือเมื่อไอออนเคลื่อนที่เข้าไปในแม่เหล็กจะเคลื่อนที่ออกจากแม่เหล็กตรงตำแหน่งที่เคลื่อนที่เข้าไป แต่สำหรับแม่เหล็กแบบอัลฟาที่ได้สร้างขึ้นนั้นได้อาศัยต้นแบบที่ใช้งานอยู่ที่ SLAC* มหาวิทยาลัย Stanford ประเทศสหรัฐอเมริกา และอาศัยวิทยานิพนธ์ของ Borland (1991) ช่วยเป็นแนวทางในการออกแบบแม่เหล็กแบบอัลฟา

* Stanford Linear Acceleration Center

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้คือ การออกแบบสร้างและทดสอบแม่เหล็กแบบอัลฟาที่มี bore radius เท่ากับ 10 เซนติเมตร ค่าเกรเดียนสูงสุด 450 G/cm สำหรับใช้ในการบีบลำอิเล็กตรอนให้มี bunch length อยู่ในเรื่อ femtosecond ซึ่งการออกแบบจะอาศัยโปรแกรม POISSON (Menzel,1987) ช่วยในการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าเกรเดียนมีค่าสม่ำเสมอมากที่สุดในบริเวณที่ต้องการ