204455

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ด้านอิเล็กทรอนิกส์ของสารกึ่งตัวนำมีมากขึ้น จึงได้มีการคิดค้นหาสารที่มีประสิทธิภาพและความสามารถเหนือกว่าสารกึ่งตัวนำมาใช้ทำอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ สารดังกล่าวเรียกว่า "สารตัวนำยวดยิ่ง" ซึ่งสารดังกล่าวไม่มีค่าความต้านทานไฟฟ้า แต่การจะนำสารดังกล่าวไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้นั้น จะต้องทำความเข้าใจถึงคุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพของสารตัวนำไฟฟ้ายวดยิ่งก่อน คุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพที่สำคัญประกอบด้วย ค่าอุณหภูมิวิกฤต, ค่าความหนาแน่นกระแสวิกฤต และค่าสนามแม่เหล็กวิกฤต ซึ่งค่าทั้งสามจะเป็นตัวที่ชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพ และสภาวะของการเปลี่ยนสถานะจากสารตัวนำปกติไปเป็นสารตัวนำไฟฟ้ายวดยิ่ง

วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาหาอุณหภูมิวิกฤตของสารตัวนำยวดยิ่ง $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ ซึ่งเป็นสารตัวนำยวดยิ่งตระกูลเซรามิก ที่สามารถเตรียมสารขึ้นได้จากห้องปฏิบัติการของภาควิชาฟิสิกส์ของแข็ง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สารตัวนำยวดยิ่งตระกูลดังกล่าวเป็นสารที่นิยมใช้ในการศึกษามาก เหตุผลเพราะมีความสะดวกในการเตรียม ความปลอดภัย และยังมีค่าอุณหภูมิวิกฤตที่สูงมากพอที่จะศึกษาเห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของสารตัวนำยวดยิ่งเมื่อมีการหล่อเย็นด้วยไนโตรเจนเหลว ซึ่งสารตัวนำยวดยิ่งตระกูลโลหะต้องหล่อเย็นด้วยฮีเลียมเหลวซึ่งมีราคาแพงและการดูแลยุ่งยากมาก

การหาค่าอุณหภูมิวิกฤตของสารตัวนำยวดยิ่งมีความสำคัญมาก เพราะค่าของอุณหภูมิวิกฤตจะเป็นค่าของอุณหภูมิที่เป็นตัวชี้ให้เห็นถึงความเป็นตัวนำยวดยิ่งของสาร หมายความว่าเมื่อสารมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิดังกล่าวแล้วสารจะเปลี่ยนสถานะจากสารตัวนำปกติไปเป็นสารตัวนำยวดยิ่ง นั้นคือเมื่อสารเปลี่ยนสถานะดังกล่าวแล้วสารจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ดังนั้นในการวัดค่าในงานวิจัยครั้งนี้จะต้องมีความละเอียดค่อนข้างสูงเพื่อให้ทราบค่าที่ถูกต้องและมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบการข้อมูลในทางทฤษฎี

การหาค่าอุณหภูมิวิกฤตของสารตัวนำยวดยิ่งนั้นสามารถทำการหาค่าได้หลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับห้องปฏิบัติการของแต่ละสถานที่ รวมถึงเครื่องมือและความพร้อม สำหรับวิธีการหาค่าอุณหภูมิวิกฤตของสารตัวนำยวดยิ่งด้วยวิธีแบบ 4 จุด เป็นวิธีการในการหาค่าที่มีความถูกต้องและแม่นยำ เหมาะสำหรับเครื่องมือที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาฟิสิกส์ของแข็ง ในขณะนี้

ผลการวัดค่าอุณหภูมิวิกฤตของสารตัวนำไฟฟ้ายวดยิ่ง ในตระกูล $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ อยู่ที่ประมาณ 87 เคลวิน โดยพบว่าอุณหภูมิวิกฤตที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงอย่างมาก กับค่าที่คำนวณได้ในทางทฤษฎี ซึ่งอยู่ที่ 90 เคลวิน และจากผลการวิเคราะห์หาค่าการเพิ่มของอุณหภูมิวิกฤตในสารจะพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิวิกฤตนั้นจะขึ้นกับคุณสมบัติโครงสร้างพื้นฐานของโมเลกุลของสารซึ่งคุณสมบัติดังกล่าว จะมีผลมาจากค่าความบริสุทธิ์ของสาร และก็เป็นตัวชี้ให้เห็นถึงความแม่นยำของอุณหภูมิที่วัดได้อย่างมาก

At present, there is progress in the electronic technology of semiconductors, so a more efficient substance is being sought to make electronic devices. This substance is called "superconductor." This substance lets electricity flow with no resistance. However, in order to make the most use of it, we have to understand its basic physical properties: critical temperature, critical current density, and critical magnetic field density. Efficiency and transition from a normal to electric superconductor will be indicated by these three properties.

The aim of this study is to find the critical temperature of the substance $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ which belongs to the ceramic group. The substance is prepared in the laboratory of the Department of Solid Physics, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University.

The substance mentioned is often used in scientific study due to its convenience of preparation and safety. Besides, its critical temperature is high enough to observe various stages of development in cold mixtures of liquid nitrogen, while the superconductors belonging to the metal group must be mixed with liquid helium, which is expensive and difficult to handle.

Finding the superconductor's critical temperature is important because it will indicate the quality of the superconductor. That is, if the temperature of the substance is lower than the critical temperature, the substance will transform from a normal conductor to a superconductor. The maximum efficiency will be achieved if the substance is properly transformed. Thus the measurement of value gained from this research must be carefully done for precision and least discrepancy when it is compared with theoretical data.

There are several techniques for finding the critical temperature of the superconductor, depending on the laboratory, tools and equipments, and preparations. The measurement of critical temperature of $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ by four point probe technique is an accurate technique suitable for tools and equipments available in the laboratory of the Department of Solid Physics.

The critical temperature of $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ measured in the experiment is 87 Kelvin, very close to the temperature calculated in theory, which is 90 Kelvin. It is also found that the increase of critical temperature depends on the structural property of the molecules of the substance. This property is related to the purity of the substance and is the indicator of the precision of the temperature measured.