บทคัดย่อ-ความเป็นไปได้ของการอยู่ร่วมเฟสกันของสภาพนำยวดยิ่งและสภาพแม่เหล็กเฟร์โรในโครงสร้างแบบชั้นของระบบแผ่นประกบได้ถูกศึกษาเชิงทฤษฎีในบริบทของสมการอูสาเดล การกวัดแกว่งของอุณหภูมิวิกฤตและการก้าวข้ามเชิงมิติของสนามแม่เหล็กวิกฤตบนเป็นปรากฏการณ์ที่น่าสนใจและถูกพิจารณาในที่นี้โดยที่การผันแปรของอุณหภูมิวิกฤตตามความหนาของชั้นแม่เหล็กเฟร์โร $T_c(d_f)$ และไดอะแกรมเฟสระหว่างสนามแม่เหล็กกับอุณหภูมิ (H,T) หาได้จากสมการเซคูลาร์สำหรับพารามิเตอร์ความเป็นระเบียบของสถานะตัวนำยวดยิ่งโดยทำการแก้สมการอูสาเดลเชิงเส้นด้วยวิธีการแบบแม่นตรงหลายโหมดพร้อมกับเงื่อนไขทางกายภาพเช่น ความต้านทานวัสดุ ความต้านทานขอบเขตที่ผิวรอยต่อวัสดุ ความเข้มสนามแลกเปลี่ยนเฟร์โรแมกนีติกและการเลื่อนเฟสของคู่อิเล็กตรอน ผลลัพธ์ที่ได้ครอบคลุมวิธีการประมาณแบบโหมดเดี่ยว นอกจากนี้ยังได้คำตอบแม่นตรงแบบหลายโหมดสำหรับสนามแม่เหล็กวิกฤตบนเชิงขนานเป็นครั้งแรกซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของวิธีนี้ สำหรับระบบแผ่นประกบสองชั้นอิทธิพลของความต้านทานขอบเขตที่มีต่อสนามแม่เหล็กวิกฤตบนได้ถูกศึกษาอย่างละเอียด พฤติกรรมการก้าวข้ามเชิงมิติจาก2มิติไปสู่3มิติเห็นได้จากไดอะแกรมเฟส $(H_{c2\|},T)$ และปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการก้าวข้ามเชิงมิติคือตำแหน่งจุดศูนย์กลางของนิวเคลียสตัวนำยวดยิ่งและความหนาของแผ่นตัวนำยวดยิ่ง สำหรับระบบแผ่นประกบหลายชั้นได้ทำการพิจารณาผลของสถานะเฟสพายที่มีต่อสนามแม่เหล็กวิกฤตบน($H_{c2\perp}$ และ $H_{c2\|}$) เป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิและพฤติกรรมของอุณหภูมิวิกฤตแบบหลายเชิงได้ถูกทำนาย การประชันกันระหว่างสถานะเฟสศูนย์และเฟสพายนำไปสู่การกวัดแกว่งอย่างแรงของอุณหภูมิวิกฤตเช่นเดียวกันกับสนามแม่เหล็กวิกฤตบนที่ศูนย์สัมบูรณ์ตามชั้นความหนาแม่เหล็กได้ถูกศึกษาเชิงทฤษฎี ยิ่งไปกว่านั้นยังได้วิเคราะห์อิทธิพลของสารเจือแม่เหล็กพาราและตัวกระเจิงเชิงสปินวงโคจรที่มีต่อสนามแม่เหล็กวิกฤตบนและอุณหภูมิวิกฤต สมการอูสาเดลแบบทั่วไปสามารถถูกถอดคู่ควบได้แม้ว่าจะมีอันตรกิริยาคู่ควบระหว่างสนามแลกเปลี่ยนสปินกับตัวกระเจิงเชิงสปินวงโคจรในแผ่นแม่เหล็ก การขึ้นกับอุณหภูมิของสนามแม่เหล็กวิกฤตบนเชิงขนานในระบบแผ่นประกบสองชั้นแสดงให้เห็นถึงการด้อยความสำคัญในกระบวนการกระเจิงที่มีสารเจือแม่เหล็กพาราและตัวกระเจิงเชิงสปินวงโคจร การก่อเกิดสถานะเฟสพายในระบบแผ่นประกบหลายชั้นได้ถูกวิเคราะห์และมีความเป็นไปได้ที่จะพบในการกวัดแกว่งอย่างแรงของสนามแม่เหล็กวิกฤตบนที่ศูนย์สัมบูรณ์ ผลลัพธ์ที่ได้มีความสำคัญในการเปรียบเทียบกับข้อมูลการทดลอง

190522

Abstract-The temperature dependence of the upper critical fields, both perpendicular $H_{c2\perp}$ and parallel $H_{c2\|}$ to layer planes of ferromagnet/superconductor bi-and multi-layers, is theoretically investigated. The secular equation of the superconducting order parameter for determining the phase diagram (H,T) is obtained by solving exactly the linearized Usadel equation in the multimode method taking into account the material parameter values. For the bilayers system, the influence of the boundary resistivity on the critical fields, and the dimensional crossover of $H_{c2\|}(T)$ are studied in detail. For the multilayered structure, the effect of the pi-phase state on both the superconducting transition temperature T_c and the upper critical fields ($H_{c2\perp}$, and $H_{c2\|}$) are also considered. The nonmonotonic T_c behaviors are predicted. The interplay between 0-and pi-phases leading to the strong oscillations of T_c as well as the critical fields on the ferromagnetic layer thickness are investigated theoretically. In addition, the influence of pair breaking effects on the upper critical fields and the critical temperatures are also studied. The generalized Usadel equations which are a pair of coupled equations containing an additional spin-orbit and magnetic impurity scattering can be decoupled in spite of the coupling between the exchange field and spin-orbit interaction in the F layer. The temperature dependence of the parallel upper critical field in the F/S bilayers is shown to be lessened in the presence of the spin-orbit and the spin scattering processes. The interplay between zero-and pi-phases is considered in the case of the F/S multilayers. The nonmonotonic character of the critical temperature of the system is less pronounced with an increase of scattering rates. The pi-phase formation is feasible through the strong oscillation of the zero temperature upper critical fields versus the thickness of ferromagnetic layer.