ปรากฏการณ์การคายประจุไฟฟ้าสถิตในหัวบันทึกเป็นปัญหาที่สำคัญในอุตสากรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เนื่องจากผลของการคายประจุไฟฟ้าสถิตเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้หัวบันทึกเกิดความเสียหาย และลดคุณภาพลง โดยเฉพาะหัวบันทึกชนิดชนิดจีเอ็มอาร์ (Giant magnetoresistive, GMR)

หัวบันทึกชนิดจีเอ็มอาร์ประกอบไปด้วยชั้นบาง ๆ หลายชั้น ได้แก่ ชั้นแม่เหล็กและชั้นตัวนำที่เป็นฉนวนแม่เหล็ก ซึ่งแต่ละชั้นมีความหนาระดับนาโนเมตร ชั้นต่าง ๆ เหล่านี้ ไวต่อการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน และไวต่อความเสียหายจากไฟฟ้าสถิต การพังของส่วนอ่านชนิดรุนแรงของหัวบันทึกสามารถสังเกตและพบเห็นและป้องกันได้โดยง่าย แต่ความเสียหายแบบแฝงที่เกิดจากจากคายประจุไฟฟ้าสถิตชนิดเบาไม่สามารถตรวจจับได้โดยง่าย แต่อาจสามารถตรวจพบได้ในโดเมนของความถี่ ซึ่งไม่สามารถตรวจสอบได้ในแบบตามเวลาจริง ค่าพารามิเตอร์พื้นฐานที่ใช้ในการตรวจสอบหัวบันทึก ได้แก่ ค่าความต้านทานจีเอ็มอาร์ (GMR resistance) ค่าแอมปลิจูด (Amplitude) ขั้วหรือเฟสของสัญญาณ (Signal polarity or phase) และค่าความไม่สมมาตรของสัญญาณ (Signal asymmetry) ไม่มีความไวพอที่จะตรวจสอบหัวบันทึกที่ลดคุณภาพลงได้ ยกเว้นในกระบวนการทดสอบไฟฟ้าสถิต หรือความเสียหายที่เกิดแบบถาวรเท่านั้น

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้เทคนิคการแปลงเวฟเล็ทชนิด Daubechies ลำดับที่ 4 ในการตรวจสอบการลดคุณภาพของหัวบันทึก โดยตรวจสอบจากระดับของการกระโดดของสัญญาณรบกวนในหัวบันทึกในโดเมนทางเวลาแบบเวลาจริง จากการทดสอบคายประจุไฟฟ้าสถิตสู่หัวบันทึกโดยใช้ แบบจำลองมนุษย์ (Human Body Model, HBM) แบบจำลองเครื่องจักรกล (Machine Model, MM) แบบจำลองการคายประจุจากภายในหัวบันทึกสู่ภายนอก (Charged Device Model, CDM) และการคายประจุไฟฟ้าสถิตแบบตามลำดับ (Serial ESD) โดยใช้แบบจำลองสองหรือสามแบบ พบว่ามีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นในสัญญาณตอบสนองต่อแม่เหล็กของหัวบันทึก ที่ระดับการทดสอบคายประจุไฟฟ้าสถิตต่ำกว่า ระดับแรงดันที่ทำให้หัวบันทึกเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ทั้ง 4 และต่ำกว่าระดับแรงดันที่ทำให้ส่วนอ่านของหัวบันทึกเกิดการเบรกดาวน์ เมื่อเพิ่มแรงดันทดสอบพบว่าค่าสัญญาณรบกวนในสัญญาณของหัวบันทึกมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถยืนยันผลการทดลองโดยภาพถ่ายจากกล้องสแกนอิเล็กตรอนไมโครสโคป (Scanning electron microscope, SEM) โดยไม่พบความเสียหายทางกายภาพเกิดขึ้นในหัวบันทึก ดังนั้น การใช้เทคนิคการแปลงเวฟเล็ทจึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบการลดคุณภาพของหัวบันทึกได้ในระดับการผลิต เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของขบวนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

Electrostatic Discharge (ESD) effects have been identified as one of the most dangerous causes of giant magnetoresistive (GMR) recording head damage. These phenomena have been studied at all levels of hard-disk drive manufacturing.

A GMR recording head is a stack of nanometre thick multilayers. In particular, a magnetic layer and conductor layers, for magnetic insulating spacers, are very sensitive to electron movements and ESD damaged. Visible damage of the reader elements is understandable and protectable recently, however, latent failure cannot be measured. It is possibly observed by using a frequency-domain apparatus, but it is certainly not a real-time detection. In order to detect a latent failed head affected by the soft ESD in the time-domain, current conventional instruments are ineffictive. Typical parameters obtained from a conventional static tester in a manufacturing process such as GMR resistance, signal amplitude, signal asymmetry and phase difference between magnetic field and signal output are not reliable indicators for head degradation. They are limited to only exhibit a totally damaged GMR head.

In this research, the wavelet transform technique using the $4^{th}$-order Daubechies is proposed to detect the glitches or noise on a magnetic recording head signal in the time-domain. It is found that the glitches or noise occurs when the ESD level of the Human Body Model (HBM), Machine Model (MM), Charged Device Model (CDM) and HBM-MM-CDM Serial ESD on GMR heads are lower than the breakdown level. The electrical test parameters and scaning electron microscope (SEM) photo of the recording heads show no visible change in the reader sensor. The glitches in the magnetic response signal of the GMR head are found to increase when the ESD level is increased. Thus, the Daubechies wavelet transform technique can be a novel approach to detect the pre-degradation of GMR head due to an ESD effect.