ECTI
เพื่ออุตสาหกรรม

ประจำเดือน สิงหาคม – ตุลาคม 2562

ECTI

สวัสดีค่ะขอต้อนรับเข้าสู่วารสาร ECTI เพื่อ อุตสาหกรรม ฉบับนี้ก็เป็นฉบับที่ 6 (ประจำเดือน สิงหาคม) แล้วนะคะสำหรับ การเผยแพร่ผลงานวิจัยในประเทศออกสู่ภาคอุตสาหกรรม ในฉบับนี้ทางบรรณาธิการขอนำเสนองานวิจัยทางด้านที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิซึ่งเป็นผลงานวิจัยของ ดร.อ้อยใจ อ่องหร่าย ในหัวข้อ Aluminum mini-cell for thermocouple self-calibration เนื้อหาก็เกี่ยวกับการสอบเทียบโดยใช้อลูมิเนียมขนาดเล็ก

ส่วนอีกผลงานวิจัยจะเกี่ยวข้องกับเรื่อง Multitrack Reading Scheme with Single Reader in BPMR Systems โดยมี ดร.ชานนท์ วริสาร เป็นนักวิจัยซึ่งเนื้อหาจะเกี่ยวข้องกับเทคนิคอะไรบ้าง งานวิจัยเนื้อหาจะเป็นอย่างไรสามารถติดต่อได้ในวารสารฉบับนี้เลยคะ

ดร. ศริญญา ปะสะกวี
(บรรณาธิการ)

ดร. ชัยวัฒน์ เจษฎาจินต์
(ที่ปรึกษาอาวุโส)

ดร. นฤดม นวลขาว
(ที่ปรึกษา)

Aluminum mini-cell for thermocouple self-calibration

บทคัดย่อ

การวัดอุณหภูมิอย่างแม่นยำเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตชิ้นส่วนเหล็กรถยนต์ การควบคุมอุณหภูมิที่ไม่ดีจะนำไปสู่คุณสมบัติทางกลของวัสดุที่เป็นอันตราย การใช้งานเซนเซอร์อย่างกว้างขวางที่สุดในกระบวนการชุบแข็งเหล็กและการแบ่งเบา คือฐานโลหะเทอร์โมคัปเปิลชนิด K หรือพิมพ์ N ในช่วงประมาณ 550 °C ถึง 850 °C อย่างไรก็ตามความถูกต้องของเทอร์โมคัปเปิลถูก จำกัด โดยผลกระทบของดริฟท์และฮิสเทรีซีส นอกจากนี้ในการใช้งานที่อุณหภูมิสูงในระยะยาวอย่างต่อเนื่องการกำจัดเทอร์โมคัปเปิลเหล่านี้ออกจากการใช้สภาพแวดล้อมของเตาหลอมการแปรรูปวัสดุสำหรับการปรับเทียบใหม่นั้นแทบจะไม่สามารถทำได้ ดังนั้นเทอร์โมคัปเปิลเหล่านี้จำเป็นต้องตรวจสอบการดริฟท์ขณะใช้งาน (ในแหล่งกำเนิด) บทความนี้อธิบายถึงวิธีการสร้างเซลล์อลูมิเนียมขนาดเล็กในเบ้าหลอมเซรามิกเพื่อประเมินความเสถียรของเทอร์โมคับเปิลชนิด N ด้วยวิธีการสอบเทียบแบบ in-situ ที่ 660 °C เทอร์โมคัปเปิลชนิดโลหะ N ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางโพรบ 1.5 มม. (MIMs) ถูกทดสอบกับเซลล์ เซลล์อลูมิเนียมขนาดเล็กถูกสร้างขึ้นครั้งแรกโดยใช้ลวดอลูมิเนียมบริสุทธิ์สูง 0.5 มม. ในเบ้าหลอมอลูมินาที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 8 มม. ความยาว 32 มม. พร้อมปริมาตรภายใน 0.64 ซม. 3 ความสามารถในการทำซ้ำและความร้อนที่มีต่อประสิทธิภาพของมินิเซลล์รวมกับเทอร์โมคัปเปิลชนิด N ได้ถูกตรวจสอบและแสดงว่ามันเหมาะสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรม

คำสำคัญ - thermocouple; อุณหภูมิ; วัด; การสอบเทียบ; มาตรวิทยา

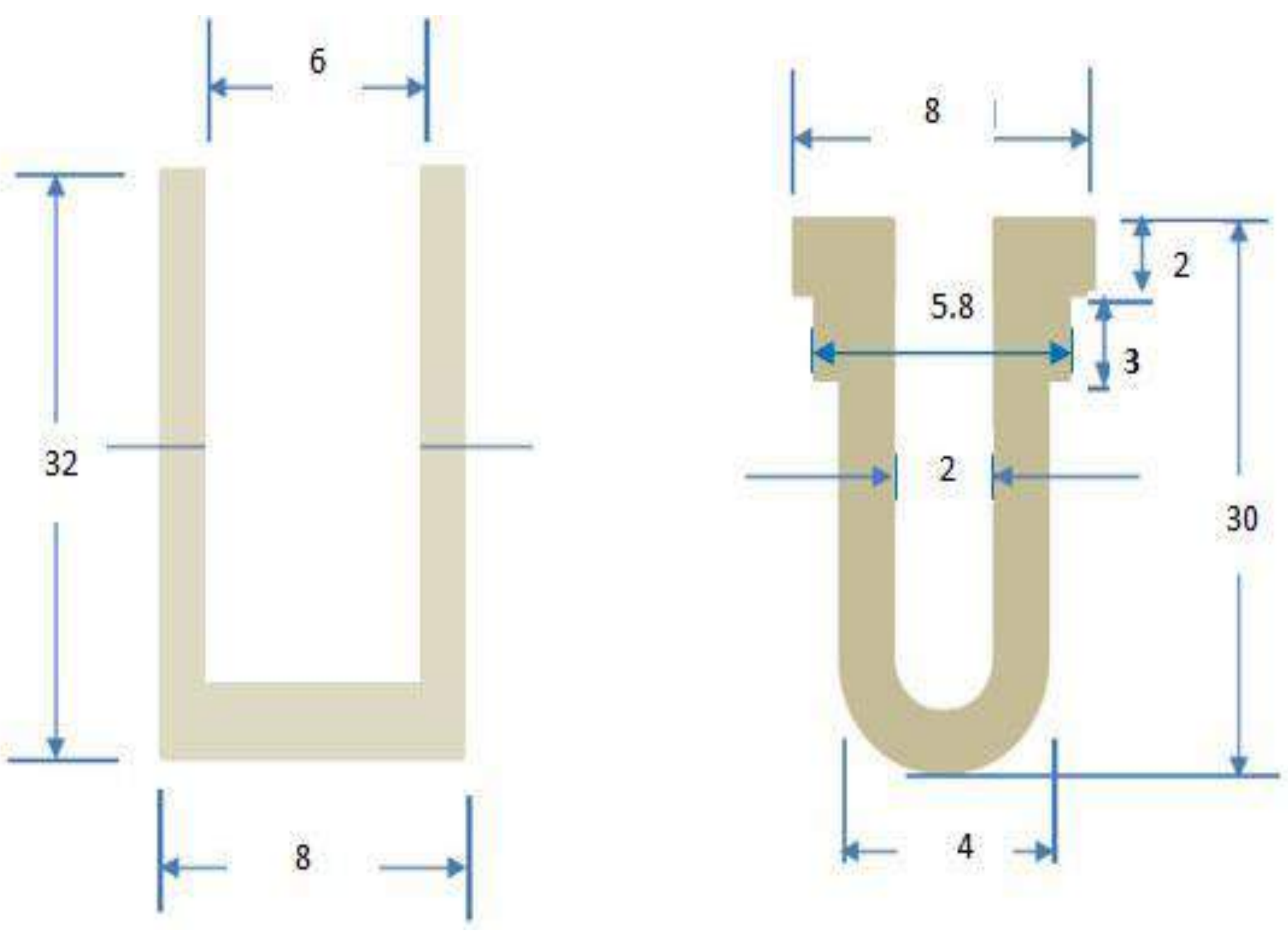
บทนำ

วิธีการที่แม่นยำที่สุดสำหรับการสอบเทียบเทอร์โมคัปเปิลในสถาบันการวัดระดับประเทศคือการใช้เซลล์จุดคงที่ขนาดใหญ่ของ ITS-90 ที่ให้พื้นที่ของความสม่ำเสมอของอุณหภูมิดีกว่า 0.1 °C ตลอดความยาวเซลล์ (> 10 ซม.) เพื่อให้บรรลุความน่าเชื่อถือสูงสุดนี้ขนาดมาตรฐานของเซลล์มักจะมีประมาณ 1 กิโลกรัมของโลหะที่มีความบริสุทธิ์สูง

เซลล์จุดคงที่ขนาดเล็กสำหรับการสอบเทียบด้วยตนเองของเทอร์โมคับเปิลได้รับการศึกษาเพื่อแปลงความน่าเชื่อถือของประสิทธิภาพเทอร์โมอิเล็กทริกส์แบบเทอร์โมคัปเปิลอย่างรุนแรง ตั้งแต่การประยุกต์ใช้เทอร์โมคับเปิลในสภาพแวดล้อมทางความร้อนในอุตสาหกรรมนั้นแตกต่างจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบเสมอ ดังนั้นการปรับใช้วิธีการสอบเทียบแบบ in-situ จึงมีความสำคัญต่อการลดข้อผิดพลาดอย่างเป็นระบบที่เกิดขึ้นจากสถานที่และสภาพแวดล้อม สามารถทำการสอบเทียบแบบ in-situ เป็นระยะเพื่อตรวจสอบส่วนประกอบของดริฟท์ [6-8] ในงานนี้มินิเซลล์ที่สร้างขึ้นจากลวดอลูมิเนียมในเบ้าหลอมอะลูมินาที่ติดกับทางแยกการวัดของเทอร์โมคัปเปิลได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อความแปลกใหม่ของการสอบเทียบเทอร์โม ประการแรกจะอธิบายการผลิตเทอร์โมคัปเปิลที่ปรับเทียบด้วยตนเองได้ซึ่งรวมถึงการออกแบบเบ้าหลอมการเตรียมวัสดุและการตั้งค่าการวัด จากนั้นการวัดซ้ำและผลลัพธ์จะถูกอธิบาย ในที่สุดการประเมินค่าการสอบเทียบด้วยตนเองโดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมของเตาหลอม

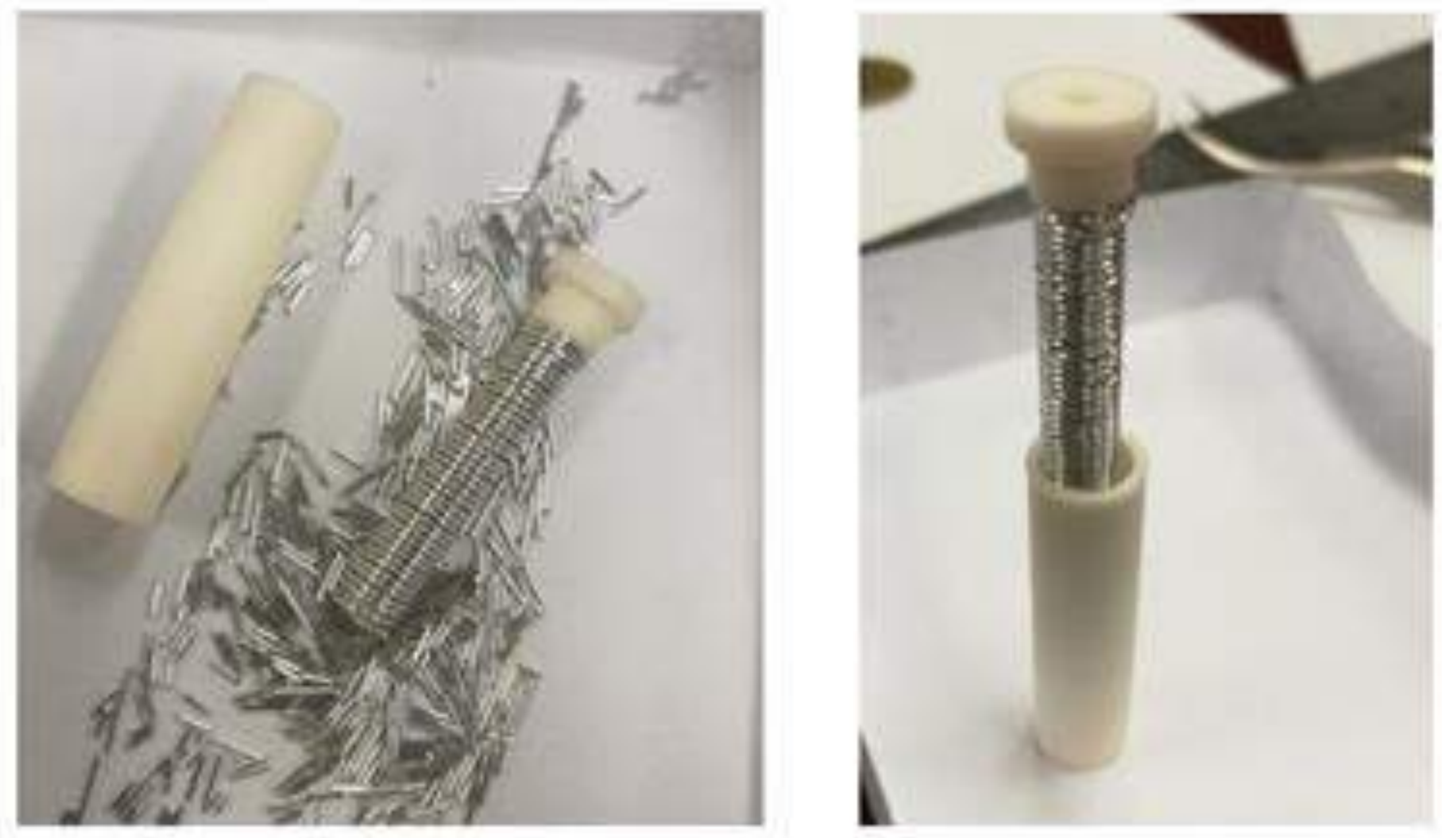
การสร้างเทอร์โมโกเลชั่นสอบเทียบด้วยตนเอง

การออกแบบเซลล์อลูมิเนียม เซลล์ขนาดเล็กถูกประดิษฐ์ให้เข้ากันได้กับเทอร์โมคัปเปิ้ล MIMS ชนิด N ที่เลือก เพื่อลดผลกระทบจากการสูญเสียการนำความร้อนความลึกของเครื่องวัดอุณหภูมิจะต้องสูงกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องวัดอุณหภูมิอย่างน้อย 10 เท่าเพื่อให้ได้ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับอุณหภูมิขนาดเล็ก รูปที่ 1 แสดงภาพตัดขวางของถ้วยทดลองอะลูมินาสำหรับการสร้างเซลล์ขนาดเล็ก ถ้วยทดลองถูกสร้างขึ้นสองชิ้นจากวัสดุอลูมินา 99.98% ความยาวทั้งหมดของเซลล์คือ 32 มม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มม. และความลึกของหลุมเทอร์โมมิเตอร์เท่ากับ 25 มม. ปริมาตรภายในสำหรับเติมวัสดุยูเทคติกเท่ากับ 0.64 cm3



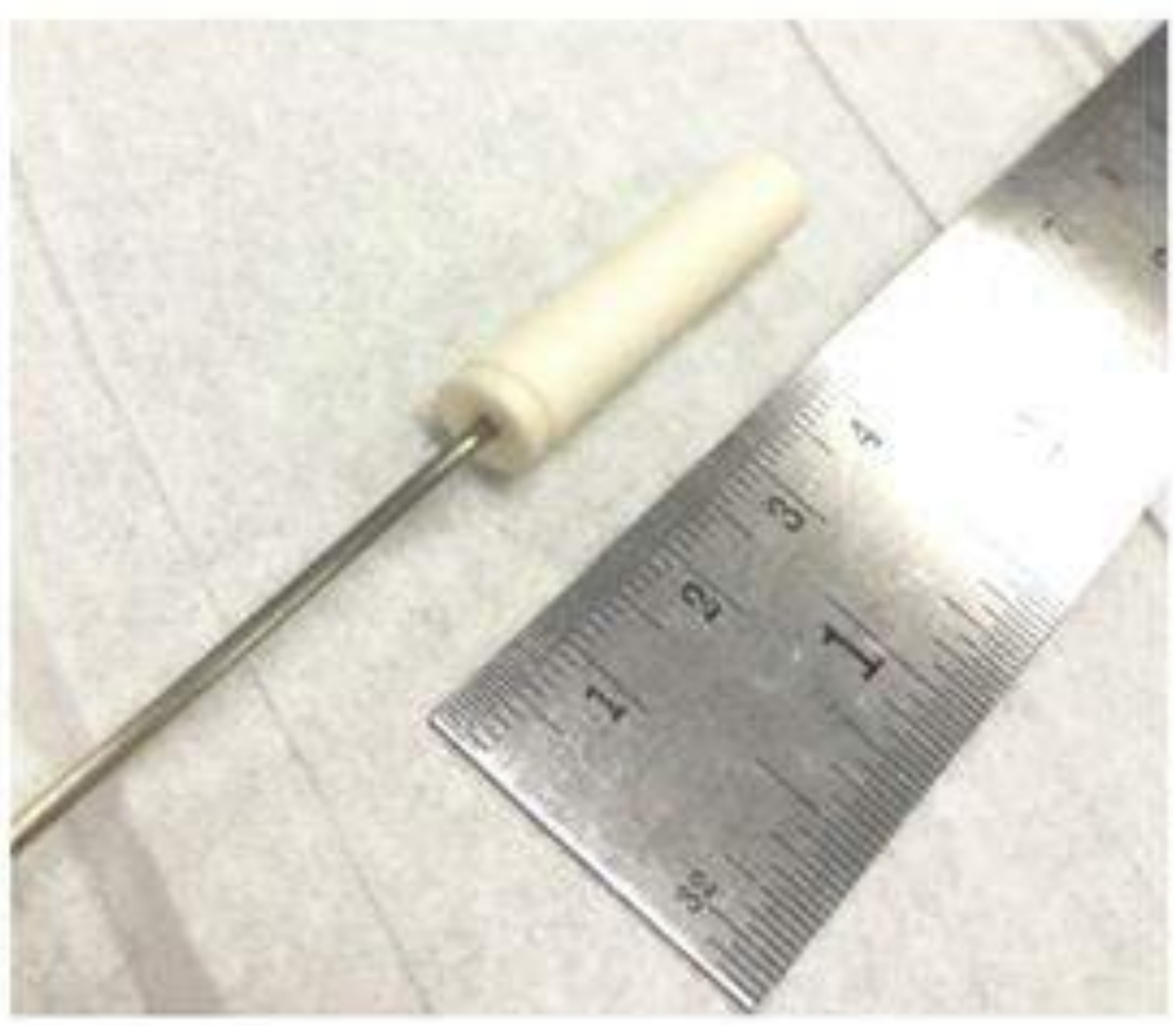
รูปที่ 1 การวาดภาพตัดขวางของเซลล์อลูมิเนียมขนาดเล็ก ขนาดทั้งหมดอยู่ในหน่วยมิลลิเมตร (a) เบ้าหลอมนอก (b) เทอร์โมมิเตอร์ได้ดี

การสร้างเซลล์ โลหะสำหรับมินิเซลล์คือลวดอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ 99.99% (พื้นฐานโลหะ) โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.58 มม. ลวดอลูมิเนียมนั้นถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 2 มม. เพื่อทำการบรรจุเข้าไปที่ด้านล่างของเซลล์และส่วนที่เหลือพันรอบเครื่องวัดอุณหภูมิอย่างดี เบ้าหลอมถูกวางในเตาเผาในแนวตั้ง จากนั้นเตาจะค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิเหนือจุดหลอมเหลว 10 องศาเซลเซียส ในระหว่างละลายแท่งโลหะจะถูกวัดอุณหภูมิอย่างช้าๆเข้าไปในเซลล์เบ้าหลอมด้านนอกเพื่อให้บรรจุวัสดุทั้งหมด วัสดุลวดอลูมิเนียมที่ใช้ในการออกแบบนี้คือ 1.27 กรัมซึ่งเท่ากับ 74% ของปริมาตรเซลล์ทั้งหมด รูปที่ 2 แสดงเบ้าหลอมขนาดเล็กด้วยลวดอลูมิเนียม ตอนแรกชิ้นเล็ก ๆ ตัดพร้อมที่จะเติมเบ้าหลอมด้านนอกและเครื่องวัดอุณหภูมิห่อด้วยลวดอลูมิเนียม (ซ้าย) และการติดตั้งแนวตั้งที่สองก่อนที่จะละลาย (ขวา)



รูปที่ 2 เบ้าหลอมขนาดเล็กด้วยลวดอลูมิเนียม (ก่อนบรรจุวัสดุลงในเซลล์)

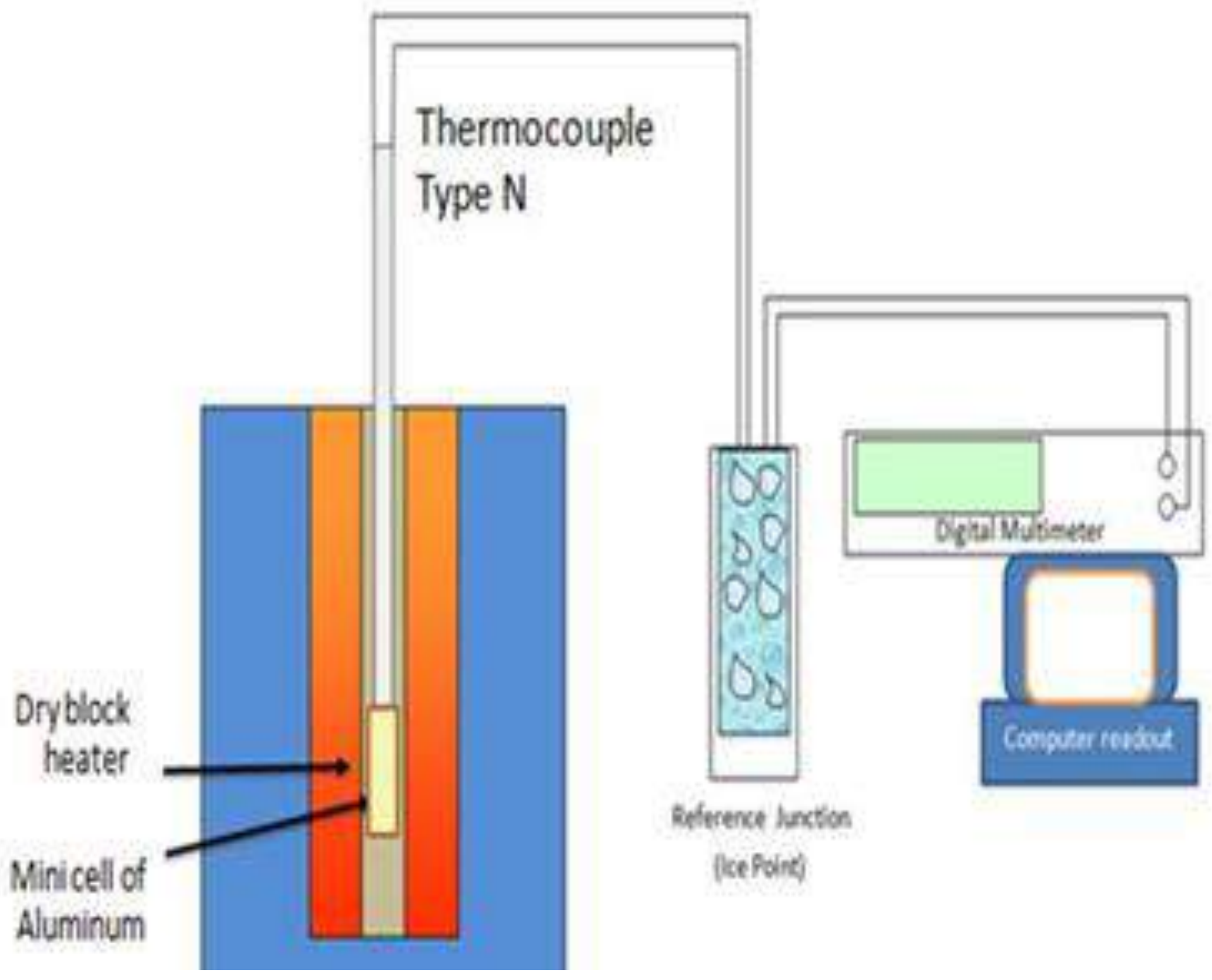
ต่อไปนี้เป็นข้อมูลจำเพาะของเทอร์โมคัปเปิลที่ใช้ในงานนี้ เครื่องวัดอุณหภูมิชนิด N, นิโคตินบวก (Ni-Cr-Si) และเครื่องวัดอุณหภูมิเทอร์โมอิเลคชั่น Nisil (Ni-Si-Mg) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.255 มม. (30AWG) เส้นผ่านศูนย์กลางของปลอกคือ 1.5 มม. และความยาวของมันคือ 400 มม. วัสดุหุ้มเทอร์โมคัปเปิลนั้นตัดออกไม่ได้และวัสดุฉนวนคือแมกนีเซียมออกไซด์ ชุมทางการวัดถูกหุ้มฉนวนจากเปลือกของมัน (ไม่มีมูล) เทอร์โมคัปเปิลนี้ถูกแทรกและติดตั้งเข้ากับเซลล์มินิอลูมิเนียมสำเร็จรูปเพื่อสร้างอุปกรณ์สอบเทียบด้วยตนเองดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 อุปกรณ์ปรับเทียบเทอร์โมคัปเปิลด้วยอะลูมิเนียมมินิเซลล์

การตั้งค่าการวัด การตรวจสอบตัวเองของเทอร์โมคัปเปิลชนิด N นั้นถูกตรวจสอบโดยทำการวัดการหลอมและการแช่แข็งของแท่งอลูมิเนียม ชุดเชื่อมต่อการวัดรวมถึงเซลล์ขนาดเล็ก (ในรูปที่ 3) ถูกวางไว้ในบริเวณที่สม่ำเสมอที่สุดของเตาหลอม เตาเผาอุณหภูมิที่มีองค์ประกอบความร้อนโซนเดียวถูกนำมาใช้ อุณหภูมิในการทำงานสูงสุดคือ 700 °C แผนภาพวงจรของการตั้งค่าการวัดจะแสดงในรูปที่ 4 ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิเหนือ 4 ซม. กลางของเตาเผาอยู่ที่ประมาณ ± 2 °C เตาเผามีความสม่ำเสมอที่ไม่ดีใช้สำหรับการวัดเพื่อประเมินคุณภาพของที่ราบสูง นี่คือความพยายามที่จะตรวจสอบอุปกรณ์ในการไล่ระดับอุณหภูมิที่สูงเช่นเดียวกับการใช้งานในอุตสาหกรรมอุณหภูมิสูงโดยทั่วไป ในการทดลองทั้งหมดใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด N ตัวเดียวกัน ทางแยกอ้างอิงถูกเก็บรักษาไว้ที่ 0 °C ในอ่างน้ำแข็ง บันทึกเอาต์พุตเทอร์โมคัปเปิลแล้ว

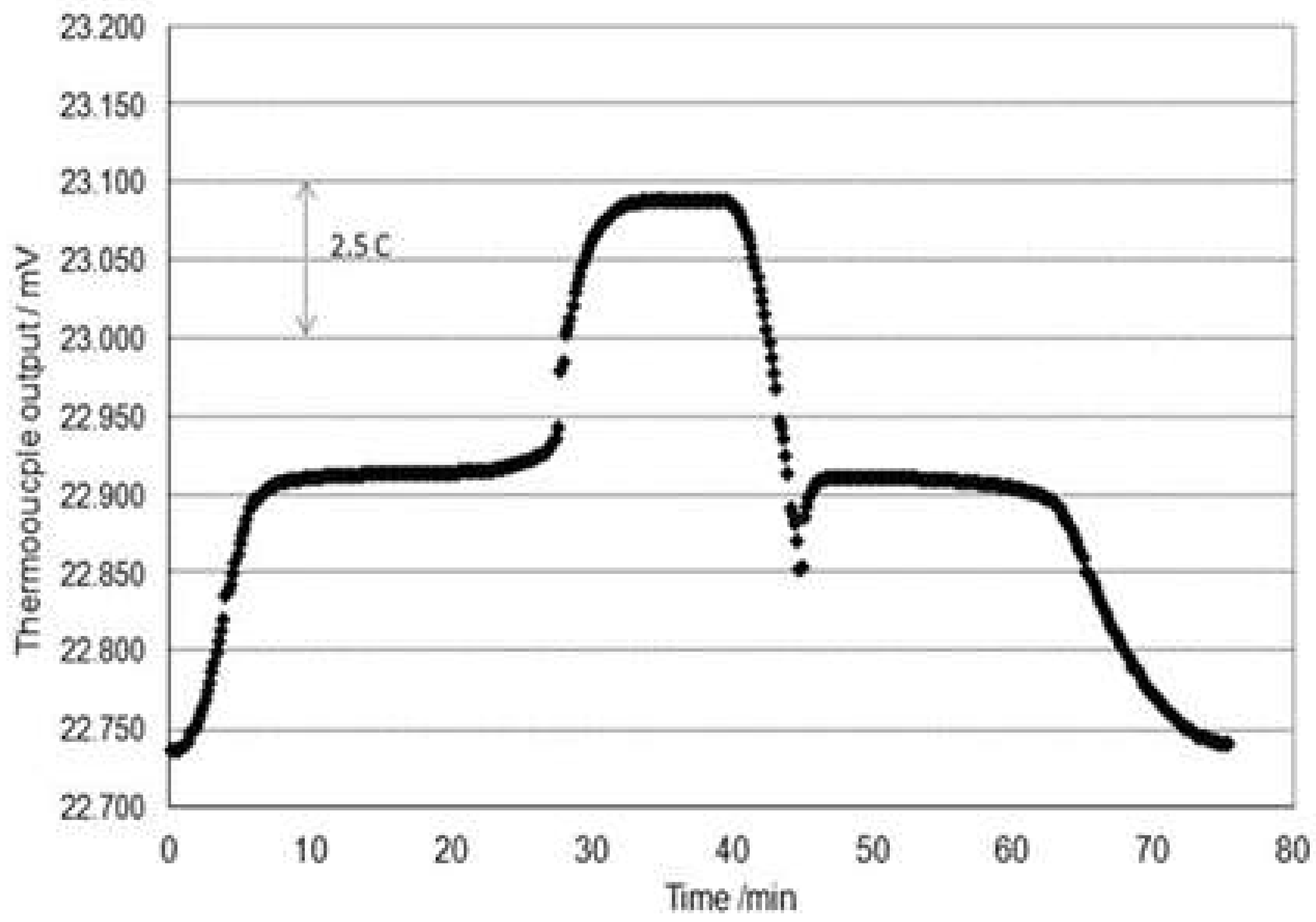
ใช้การปรับเทียบหลายเมตร 8 หลัก อินเทอร์เฟซซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ Labview ถูกใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลการทดสอบตามเวลาจริงโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4 แผนภาพแผนผังของการวัดที่ตั้งค่าสำหรับการทดสอบอุปกรณ์สอบเทียบด้วยตนเอง ความลึกการแช่ของเทอร์โมคัปเปิลอยู่ที่ 200 มม. จากผนังเตาหลอม

ผลการทดลองและการอภิปราย

พฤติกรรมที่ราบสูง รูปที่ 5 แสดงการหลอมและแช่แข็งทั่วไปของเซลล์อลูมิเนียมขนาดเล็กที่วัดด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด N เตาเผาถูกทำให้ร้อนขึ้นด้วยอัตราการไหลของความร้อน 2 °C / นาทีถึงอุณหภูมิที่กำหนดแตกต่างจากอุณหภูมิหลอมละลายวัสดุ (660.3 °C) ส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามที่ระบุจนกระทั่งถึงที่ราบสูงหลอมละลาย หลังจากกระบวนการหลอมละลายเสร็จสิ้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงอุณหภูมิเตาเผาประมาณ 5 °C เหนือจุดหลอมเหลว จากนั้นอุณหภูมิเตาเผาจะลดลงเหลือประมาณ 5 °C ใต้จุดหลอมเหลวเพื่อทำให้เกิดการแช่แข็ง

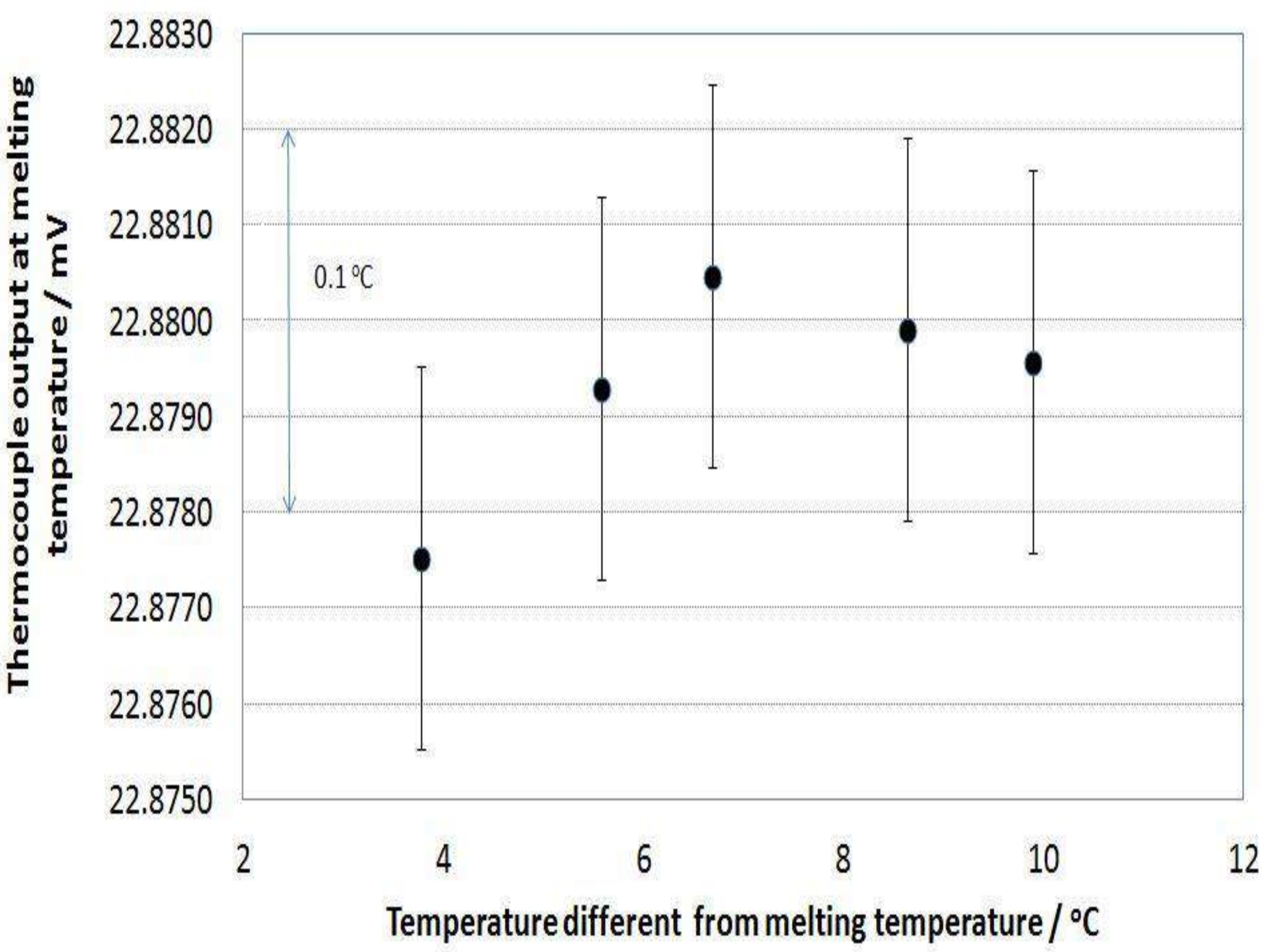


รูปที่ 5 เซลล์อลูมิเนียมขนาดเล็กทั่วไปจะละลายและหยุดการวัดด้วยเทอร์โมคัปเปิลชนิด N

อุณหภูมิจุดคงที่ที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ขนาดเล็กถูกนำมาเป็นอุณหภูมิของที่ราบสูงหลอมละลาย แรงเคลื่อนไฟฟ้าละลายถูกนำไปที่จุดของการผันของช่วงโค้ง จากผลลัพธ์ที่แสดงในรูปที่ 5 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าของจุดหลอมเหลวที่กำหนดจากจุดเบี่ยงเบนของผลลัพธ์คือ 22. 916 mV ในกรณีของการสอบเทียบแบบ in-situ ณ เวลาที่ทำการวัดความสามารถในการทำซ้ำของอุปกรณ์สอบเทียบด้วยตนเอง

ถูกถ่ายโดยการชดเชยดริฟท์ในระหว่างการวัด ความสามารถในการทำซ้ำของการหลอมในสามการวัดนั้นอยู่ภายใน 2.4 mVหรือ 0.06 °C (โปรดทราบว่าความไวของเทอร์โมคัปเปิลชนิด N ที่ 660 °C คือ 39 mV/ °C)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางความร้อน การวัดของอุปกรณ์ที่มีการหลอมละลายออฟเซ็ต 2 °C ถึง 10 °C แสดงในรูปที่ 6 การประเมินผลกระทบของสภาพแวดล้อมทางความร้อนต่อค่าการปรับเทียบด้วยตนเองได้ถูกศึกษาโดยการชดเชยการหลอมละลายของเตาหลอมที่แตกต่างกัน ไม่น่าเป็นไปได้ที่การวัดด้วยเซลล์จุดคงที่ ITS90 มาตรฐานซึ่งการชดเชยของเตาหลอมและแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะแสดงเป็นเส้นตรงที่ดี ความสัมพันธ์ระหว่างการออฟเซ็ตของเตาหลอมและแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่อุปกรณ์นี้แทบจะไม่สามารถดึงความสัมพันธ์เชิงเส้นได้ รูปที่ 7 แสดงให้เห็นถึงการหลอมแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นฟังก์ชั่นของอุณหภูมิชดเชยของเตาเผา เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นชดเชยการลดลงของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะลดหรือเพิ่มขึ้น ช่วงครึ่งหนึ่งของความเบี่ยงเบนสูงสุดของการละลายแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนือการวัดด้วยเตาหลอมออฟเซ็ต 2 ถึง 10 °C อยู่ภายใน 4 mV หรือ 0.1 °C ผลลัพธ์นี้สนับสนุนการปรับเทียบเทอร์โมคัปเปิ้ลด้วยตนเองโดยใช้เซลล์ขนาดเล็กของอลูมิเนียมสำหรับอุณหภูมิการวัดถึง 660 °C



รูปที่ 7 ชุดของเทอร์โมคัปเปิ้ลหลอมละลายที่การผันของที่ราบสูงหลอมละลายของเทอร์โมคัปเปิลชนิดสอบเทียบด้วยตนเองสำหรับการเซลล์อลูมิเนียมขนาดเล็ก แถบข้อผิดพลาดแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการหลอมเหลว (k=1)

สรุป

เซลล์จุดอลูมิเนียมขนาดเล็ก (อุณหภูมิหลอมเหลว 660 °C) ถูกสร้างขึ้นเพื่อประเมินความเสถียรของเทอร์โมคัปเปิลโดยการสอบเทียบแบบ in-situ การประเมินความสามารถในการทำซ้ำของอุปกรณ์และผลกระทบต่อความร้อน ความสามารถในการทำซ้ำของเซลล์ที่จุดหลอมเหลวเท่ากับ 0.06 °C และผลกระทบของสภาพแวดล้อมทางความร้อนสูงถึง 10 °C เหนือจุดหลอมเหลวคือ 0.1 °C ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการใช้งานจุดคงที่อุณหภูมิขนาดเล็กสำหรับเทอร์โมคัปเปิลสอบเทียบด้วยตนเองโดยใช้ลวดอลูมิเนียมธรรมดาอาจนำไปสู่การปรับปรุงการวัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิลโดยการลดความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ

ประวัตินักวิจัย

ดร. อ้อยใจ อ่องหร่าย

ตำแหน่ง : นักมาตรวิทยา ห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ ฝ่ายมาตรวิทยาอุณหภูมิและแสง สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ปทุมธานี

การศึกษา : วท. บ. (ฟิสิกส์)ม.ศิลปากร สำเร็จปี 2543
วท. ม. (ฟิสิกส์)ม.จุฬาลงกรณ์ สำเร็จปี 2547
PhD. in Physics University of Surrey, United Kingdom สำเร็จปี 2555

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ: Thermodynamics, Temperature standards, Thermocouple thermometry, Surface thermometers, High temperature measurement, In-situ calibration for industry applications

งานวิจัย : 1.พัฒนามาตรฐานการวัดแห่งชาติที่อุณหภูมิสูงกว่าหนึ่งพันองศาเซลเซียสเพื่อการวัดอุณหภูมิแบบสัมผัส
2.การใช้องค์ความรู้ด้านมาตรวิทยาอุณหภูมิในการจัดการพลังงานของภาคอุตสาหกรรมหนัก
3.Self –validation technique for thermocouple measurement

Multitrack Reading Scheme with Single Reader in BPMR Systems

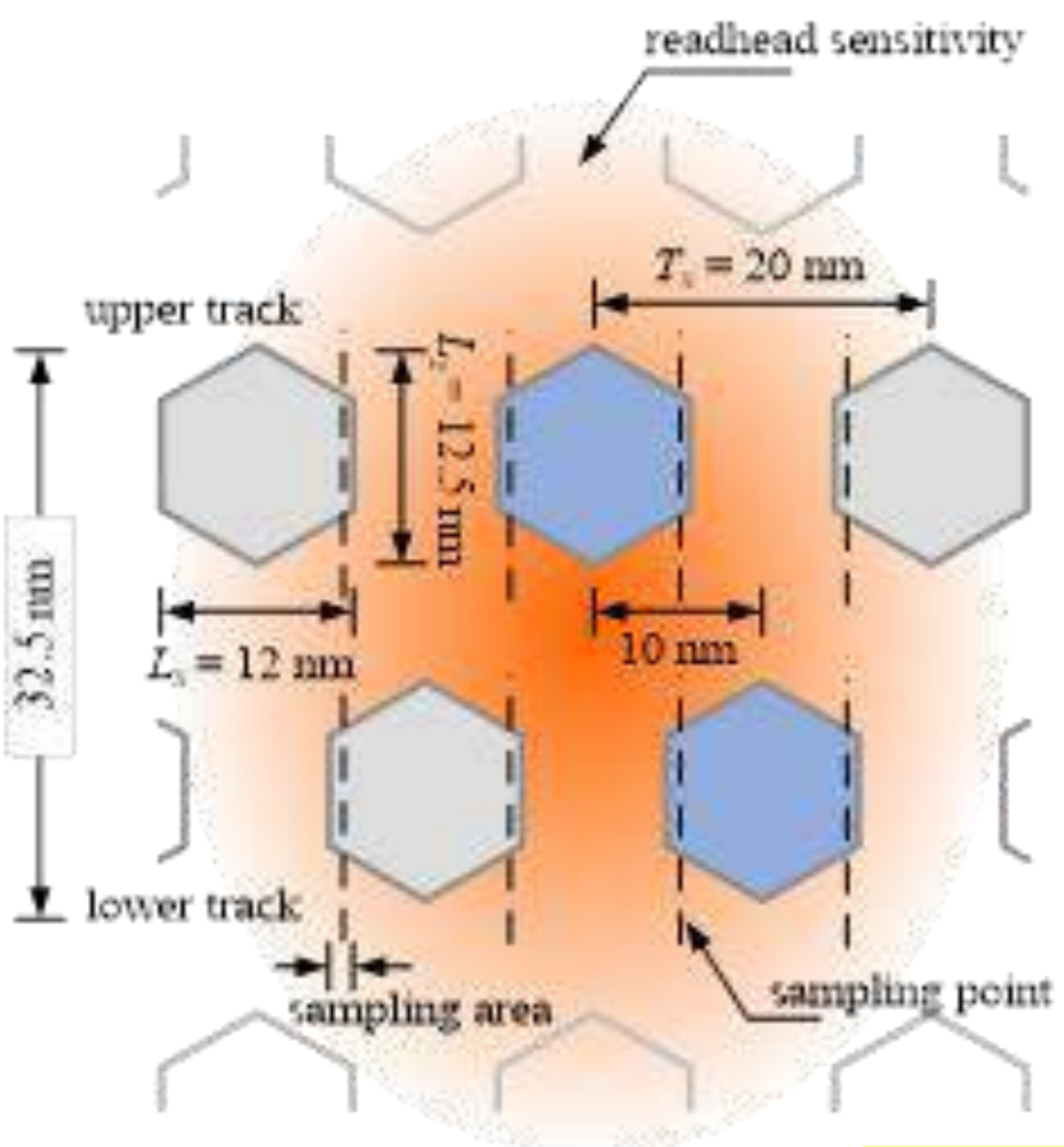
บทคัดย่อ

การบันทึกสนามแม่เหล็กความหนาแน่นสูงพิเศษ เช่นการบันทึกด้วยสื่อรูปแบบบิต (BPMR) จำเป็นต้องใช้เครื่องอ่านแทร็กแคบ ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนที่รุนแรง (ITI) อย่างไรก็ตามการลดขนาดของเครื่องอ่านไปยังระยะพิทช์เป็นเรื่องยาก ดังนั้นบทความนี้เสนอที่จะใช้รูปแบบการอ่านแบบมัลติแทร็คกับเกาะ BPMR ที่ศึกษาผลกระทบของขนาดเกาะและความผันผวนของตำแหน่ง จากนั้นรูปแบบการถอดรหัสแบบสองมิติ (2D) จะได้รับการพิจารณาเพื่อลดความต้องการความกว้างแทร็กแคบของผู้อ่านโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างมากเกินไป ยิ่งไปกว่านั้นทั้งการตรวจจับขีด จำกัด และการตรวจจับความน่าจะเป็นสูงสุด (PRML) บางส่วนก็ถูกตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยเช่นกัน ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าระบบที่เสนอมีประสิทธิภาพเหนือกว่าระบบการอ่านทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับความหนาแน่นของสมองที่สูง

คำหลัก PRML; การบันทึกแม่เหล็ก BPMR; การอ่านแบบหลายแทร็ก เสียงสื่อ

บทนำ

ปัจจุบันฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (HDD) ใช้เทคโนโลยีการบันทึกแบบแม่เหล็ก (PMR) แต่ข้อ จำกัด แบบซุปเปอร์พาราแมกเนติก [1] ป้องกันการบันทึกดังนั้นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจึงมีความสำคัญสำหรับการออกแบบ HDD [2] ในบรรดาระบบบันทึกสื่อที่พัฒนาขึ้นใหม่ (BPMR) [3] สัญญาว่าจะได้มากถึง 4 Tb / in2 โดยหลักการแม้ว่า BPMR จะให้ AD แต่ก็ยังมีความท้าทายมากมายที่จะเอาชนะ [4] และกระบวนการอ่าน ตัวอย่างเช่นเมื่อAD เพิ่มขึ้นระยะห่างระหว่างทิศทางจะแคบลง อย่างไรก็ตามการลดขนาดตัวอ่านเป็นเรื่องยากมาก ดังนั้นหัวอ่านจึงเป็นเรื่องของการรบกวนสองมิติ (2D) เช่นการรบกวนระหว่างสัญลักษณ์ (ISI) ซึ่งลดประสิทธิภาพของระบบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ [6], H. Muraoka และ S. J. Greaves เสนอการอ่านแบบสองทางด้วยการอ่านแบบกว้างที่ดำเนินการพร้อมกับการสะกดจิตที่ถูกบันทึกไว้ อย่างไรก็ตามผลลัพธ์มีช่อง BPMR จำนวนมาก



รูปที่ 1. การกำหนดค่าของอาร์เรย์ BPMR สำหรับ AD 1.6 Tb / in2 ภายใต้การตอบสนองความไวของหัวอ่าน [7,8]

ดังนั้นบทความนี้เสนอที่จะใช้รูปแบบการอ่านแบบมัลติแทร็คกับเกาะที่เซในช่อง BPMR ผลกระทบของขนาดเกาะและความผันผวนของตำแหน่งจะถูกตรวจสอบ จากนั้นชุดรูปแบบการถอดรหัสแบบ 2D จะได้รับการพิจารณาเพื่อลดความต้องการความกว้างของแทร็กที่แคบของผู้อ่านซึ่งดำเนินการด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างมากเกินไป ดังนั้นเครื่องตรวจจับขีดจำกัด ที่เรียบง่ายสามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ นอกจากนี้เรายังเสนอให้ใช้การตรวจจับการตอบสนองบางส่วนสูงสุด (PRML) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของรูปแบบการอ่านแบบมัลติแทรค

การอ่านเขียน/ชื่อรุ่น

เราพิจารณารูปทรงหกเหลี่ยมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นาโนเมตรระยะเวลาบิตที่ 20 และ 16 นาโนเมตรซึ่งสอดคล้องกับAD 1.6 และ 2.5 Tb / in2 ตามลำดับ รูปที่ 1 แสดงการกำหนดค่าของอาร์เรย์ BPMRแล้วสำหรับAD 1.6 Tb / in2 ซึ่งครอบคลุมด้วยการตอบสนองความไวของหัวอ่าน [7,8] ในบทความนี้เรากำหนดขนาดของพิกเซลเป็น 0.01 × 0.01 nm2 จากนั้นหมู่เกาะบิตกลางหกเหลี่ยมจะถูกสร้างโดยใช้พิกเซลขนาดเล็กจำนวนมากจนกว่าจะถึงขีด จำกัด ขนาดร้อยละของความผันผวนของตำแหน่ง Pfluctuation สามารถกำหนดเป็น

$$P_{\text{fluctuation}} = \frac{T_{\text{fluctuation}}}{T_x} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ Tfluctuation เป็นระยะทางสูงสุดที่เป็นไปได้ของใจกลางบิตเกาะจากใจกลางของเกาะเป้าหมายในอุดมคติตามการกระจายแบบเกาส์เซียน Tx คือความยาวของช่วงเวลาบิต ร้อยละของความผันผวนของขนาดเกาะ Sfluctuation ถูกกำหนดจากการหดตัวหรือขยายตัวของเกาะซึ่งสามารถกำหนดได้เป็น

$$S_{\text{fluctuation}} = \frac{L_{\text{fluctuation}}}{L_x} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ Lfluctuation เป็นความกว้างสูงสุดของขนาดเกาะเมื่อเทียบกับขนาดเกาะในอุดมคติและมีการแจกแจงแบบเกาส์และ Lx คือเส้นผ่านศูนย์กลางของบิตเกาะ สำหรับขั้นตอนการเขียนเราถือว่าการเขียนหัวที่กึ่งกลางของแต่ละบิตเกาะ ดังนั้นการดึงดูดของมันจะเหมือนกันกับบิตที่บันทึก ที่นี่แทร็กส่วนบนและส่วนล่างที่ครอบคลุมด้วยฟังก์ชั่นความไวต่อการอ่านส่วนหัวถูกกำหนดให้เป็นแบบแม่เหล็กแบบสุ่ม หมายความว่าสัญญาณการอ่านกลับไม่เพียง แต่รบกวนจากสองแทร็คที่ต้องการ แต่ยังเสียหายจากแทร็กที่อยู่ใกล้เคียง

ในบทความนี้สัญญาณการอ่านกลับได้มาจากการแปลง 2D ระหว่างการทำให้เป็นแม่เหล็กและการตอบสนองความไวต่อหัวอ่านของเครื่องอ่านที่มีความกว้างของแทร็กครอบคลุมทั้งสองแทร็กข้างเคียงทั้งหมด จุดกึ่งกลางของฟังก์ชั่นความไวต่อหัวอ่านจะถูกวางไว้ที่จุดกึ่งกลางระหว่างแทร็คแบบขนานตามที่แสดงในรูปที่ 1 จากนั้นสัญญาณการอ่านกลับจะเกิดความเสียหายมากขึ้นโดยเสียงอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจำลองเป็นเสียงเกาส์ zero-Mean และความแปรปรวน $\sigma 2$ เพื่อให้ได้แอมพลิจูดของตัวอย่างสัญญาณการอ่านกลับจะถูกสุ่มตัวอย่างมากเกินไปที่พื้นที่สุ่มตัวอย่างซึ่งตั้งอยู่ที่กึ่งกลางด้านหน้าและครึ่งหลังของการดึงดูดแม่เหล็กที่บันทึกไว้

ระบบที่นำเสนอ

การตรวจจับเกณฑ์ ในรูปที่ 2 (a) แสดงแผนภาพบล็อกของระบบตรวจจับขีด จำกัด ข้อมูลผู้ใช้จะถูกเข้ารหัสล่วงหน้าโดยใช้การถอดรหัส 2D [6] ก่อนขั้นตอนการเขียน สมมติว่าข้อมูลผู้ใช้ k-th, uk คือ +1, บิตเกาะปัจจุบันจะต้องถูกดึงดูดเป็น −1 หากการเกาะแม่เหล็กบิตก่อนหน้านี้ mk-1 คือ −1 เพื่อทำให้แอมพลิจูดตัวอย่างเป็น "แอมพลิจูดต่ำที่สุด" ในทำนองเดียวกัน บิตเกาะปัจจุบันควรเป็น +1 หากการเกาะแม่เหล็กบิตก่อนหน้านี้ mk-1 คือ +1 เพื่อทำให้แอมพลิจูดตัวอย่างเป็น "แอมพลิจูดสูงสุด" ในขณะที่ถ้าข้อมูลผู้ใช้ k-th uk คือ −1 บิตปัจจุบัน เกาะจะต้องถูกทำให้เป็นแม่เหล็กในขั้วที่แตกต่างกับอันก่อนหน้านี้เพื่อให้แอมพลิจูดตัวอย่างเป็น“ แอมพลิจูดตรงกลาง” ดังนั้นในขั้นตอนการอ่านแอมพลิจูดของตัวอย่างที่ได้นั้น ข้อมูลจะถูกถอดรหัสเป็น −1 เมื่อได้รับแอมพลิจูดตรงกลาง กระบวนการสรุปการถอดรหัสสามารถสรุปได้ในตารางที่ 1 ในขั้นตอนการเขียนทั้งสองแทร็กจะถูกเขียนแทร็กทีละแทร็คเหมือนกับในการบันทึกทั่วไปยกเว้นว่าบิตแรกที่บันทึกทุกครั้งแรกในคู่ของแทร็กจะต้องได้รับเป็นบิตข้อมูลที่รู้จักเช่น + 1

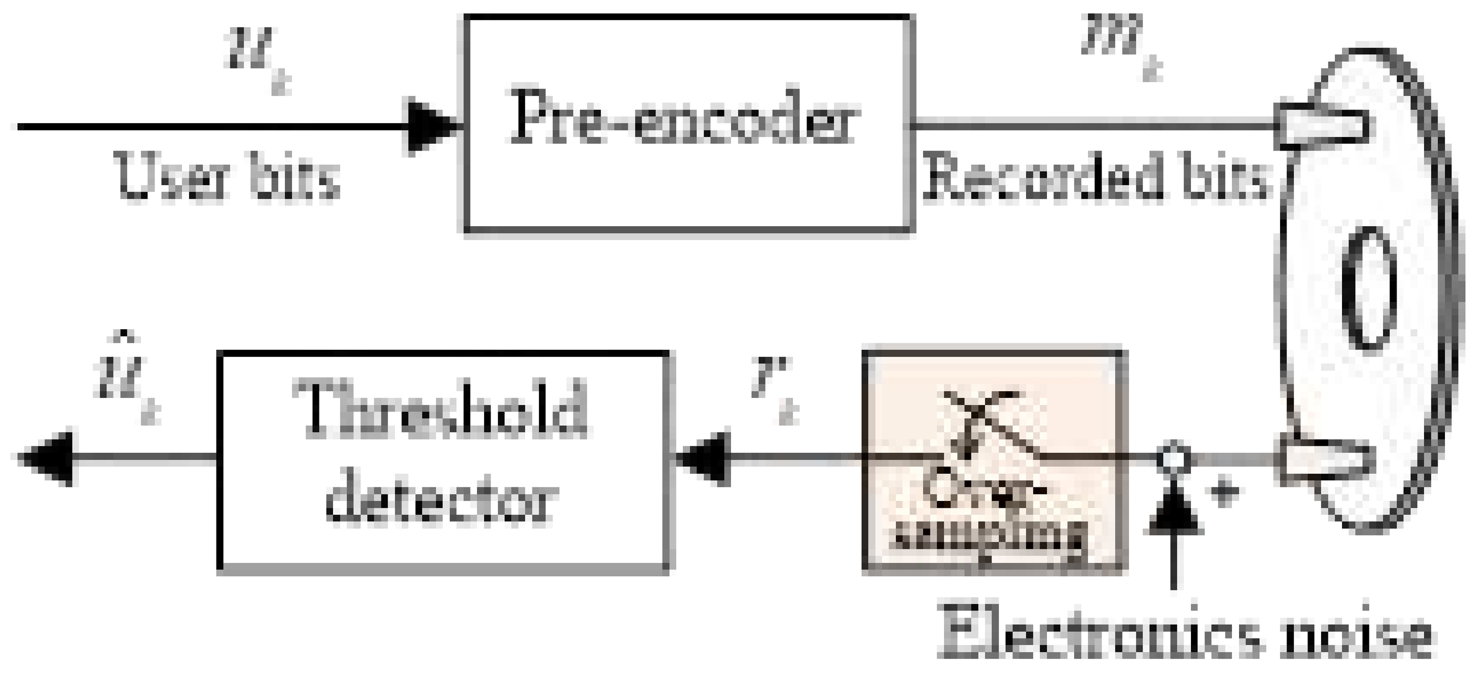
ดังนั้นการถอดรหัสแบบเรียกซ้ำสามารถใช้เพื่อกำหนดลำดับทั้งหมด จากนั้นเครื่องตรวจจับขีด จำกัด สามารถใช้เพื่อค้นหาบิตผู้ใช้โดยประมาณ รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างแอมพลิจูดที่ได้รับจากโครงร่างการอ่านมัลติแทรคที่เสนอโดยไม่มี (a) และ (b) เสียงอิเล็กทรอนิกส์ที่กำหนดเป็น AWGN ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, σ รูปแบบที่เสนอสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเพียงแค่ใช้ตัวตรวจจับขีด จำกัด อย่างง่าย แม้ว่าจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเมื่อสัญญาณรบกวนการอ่านกลับถูกรบกวนด้วยสัญญาณรบกวนอิเล็กทรอนิกส์หรือโฆษณาเพิ่มขึ้น เครื่องตรวจจับที่เหมาะสมเช่นเครื่องตรวจจับ Viterbi ด้วยเทคนิค PRML จะถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงระบบประสิทธิภาพ

. การตรวจสอบ PRML ดังที่เรากล่าวไว้ข้างต้นว่าเครื่องตรวจจับขีด จำกัด ไม่สามารถทำงานได้ดีในระดับสูง ดังนั้นเราเสนอให้ใช้เทคนิค PRML [9] ดำเนินการพร้อมกับเทคนิคการสุ่มตัวอย่างมากเกินไปเพื่อให้ได้อัตราความผิดพลาดบิตต่ำ (BER) ดังแสดงในรูปที่ 2 (b) ลำดับการป้อนข้อมูล uk จะแบ่งออกเป็นสองชุดข้อมูลก่อนที่จะเขียนลงบนสองแทร็คของสื่อพร้อมกัน จากนั้นเราพิจารณาลำดับการอ่านย้อนกลับเพียงครั้งเดียวเท่านั้นเช่นการทำให้เท่าเทียมกันหนึ่งมิติ (1D) สำหรับเป้าหมาย 1D ซึ่งได้รับจากรูปแบบการอ่านหลายแทร็กและสุ่มตัวอย่างที่อัตราสัญลักษณ์สองเท่า 0.5Tx โดยถือว่าเวลาสมบูรณ์แบบดังแสดงในรูปที่ 1 ถัดไปลำดับข้อมูล readback rk ถูกปรับสมดุลโดยอีควอไลเซอร์ 1D เพื่อรับลำดับข้อมูล sk และถูกป้อนเข้าเครื่องตรวจจับ 1D Viterbi เพื่อกำหนดลำดับอินพุตที่เป็นไปได้มากที่สุด มันสำคัญมากที่จะต้องทราบว่าช่องสัญญาณตอบรับบางส่วน (1, 2, 1) หรือ PR2 นั้นถูกใช้เพื่อออกแบบอีควอไลเซอร์ 1D และความยาวของอีควอไลเซอร์นั้นคือ 11 ก๊อก [9-11]

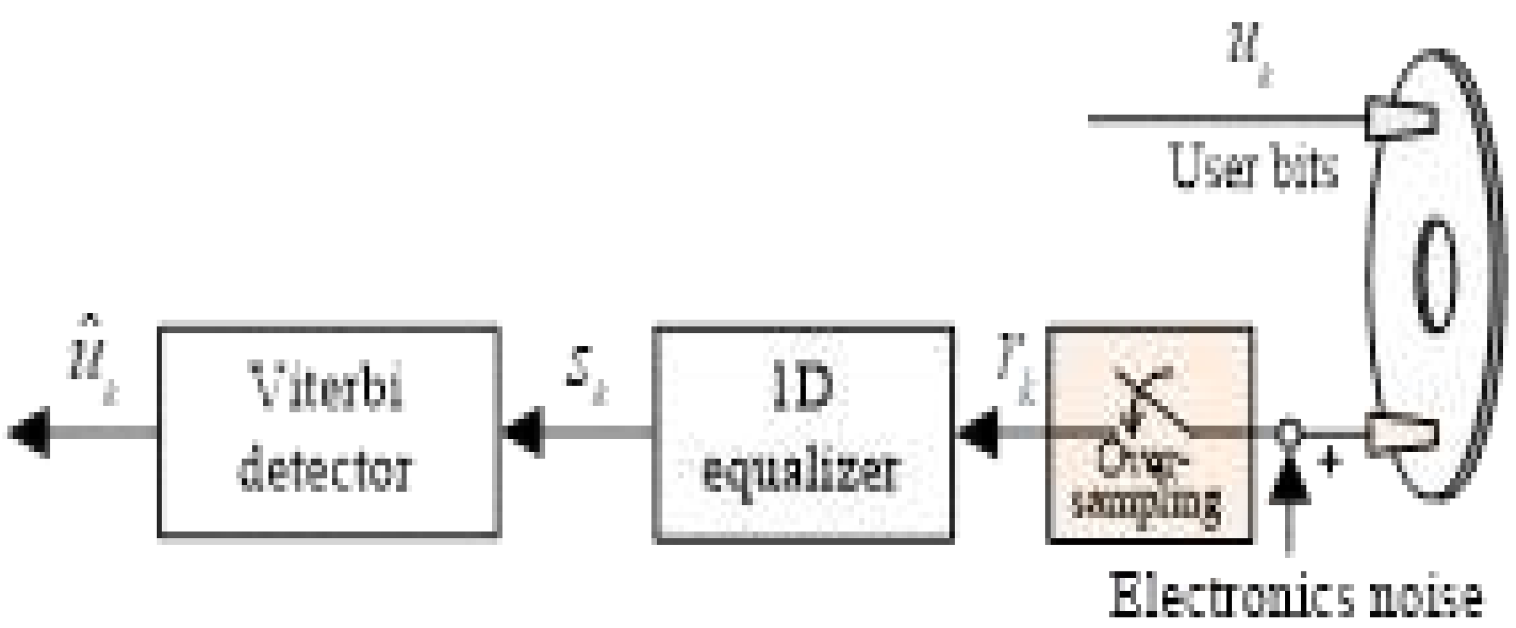
ผลการทดลอง

ในบทความนี้อัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวน (SNR) ที่จุดอ่านถูกกำหนดเป็น 20log10 (A / σ) ในเดซิเบล (dB) [12] โดยที่ A คือระดับอิ่มตัวของรูปคลื่นที่แยกซึ่งคำนวณโดย ใช้สื่อกลางเกาะบิตที่มีรูปร่างหกเหลี่ยม

คำนวณจุด BER แต่ละจุดโดยใช้ส่วนข้อมูล 4096 บิตมากเท่าที่จำเป็นเพื่อรวบรวม 500 บิตข้อผิดพลาด



(a) Threshold detection system



(b) ระบบตรวจจับ PRML

รูปที่ 2 โมเดลช่องสัญญาณของ (a) ธรณีประตูและ (b) ระบบตรวจจับ PRML ซึ่งใช้รูปแบบการอ่านแบบมัลติแทร็คทำงานร่วมกับเทคนิคการสุ่มตัวอย่างมากเกินไป

TABLE I. An example of the pre-decoding process before obtaining the recorded bits.

User bit, u_n	Previous bit island magnetization, m_{n-1}	Present bit island magnetization, m_n	Sample amplitude levels	Decoded bit
+1	−1	−1	lowest amplitude	+1
+1	+1	+1	highest amplitude	+1
−1	−1	+1	middle amplitude	−1
−1	+1	−1	middle amplitude	−1

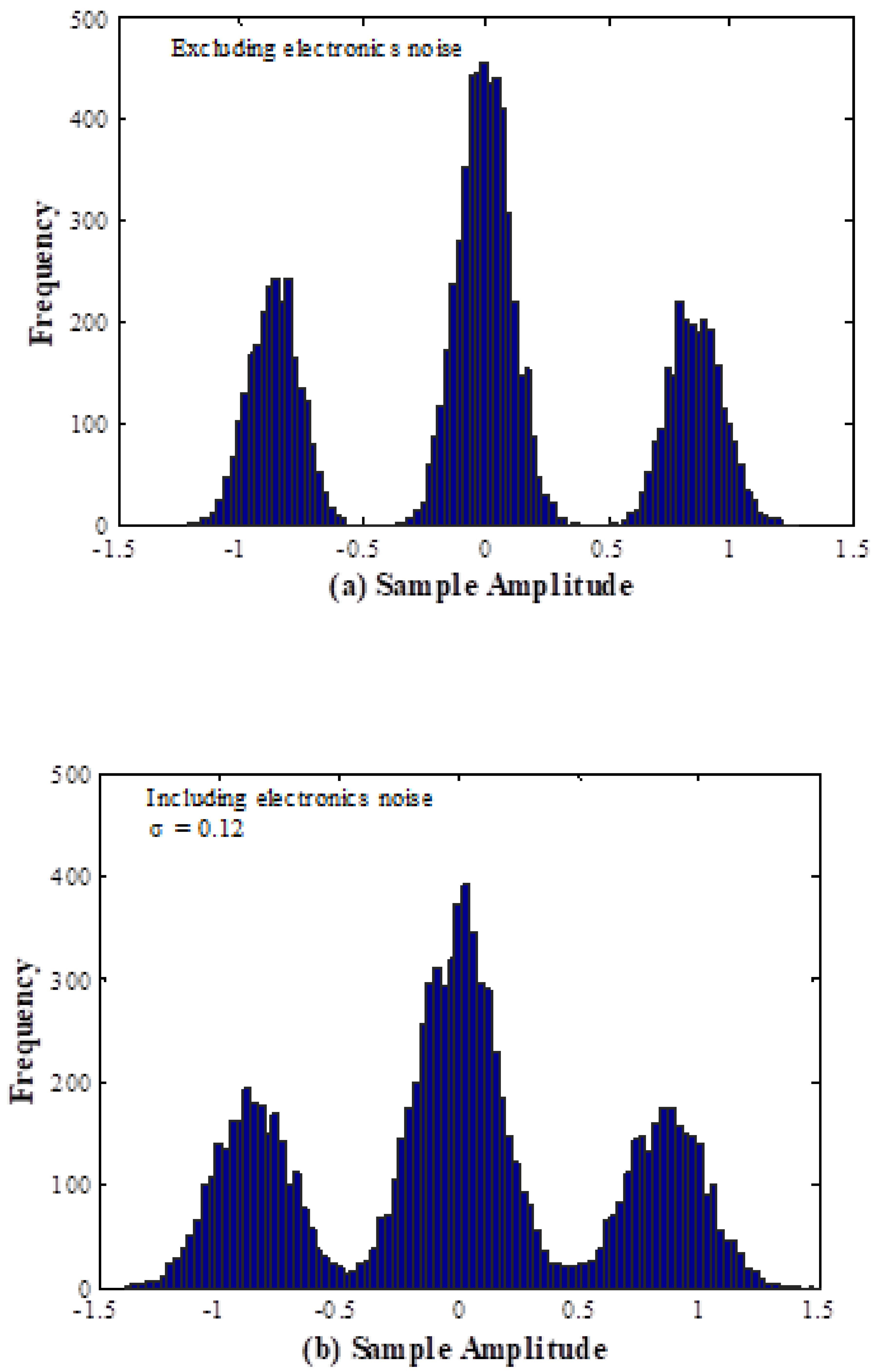
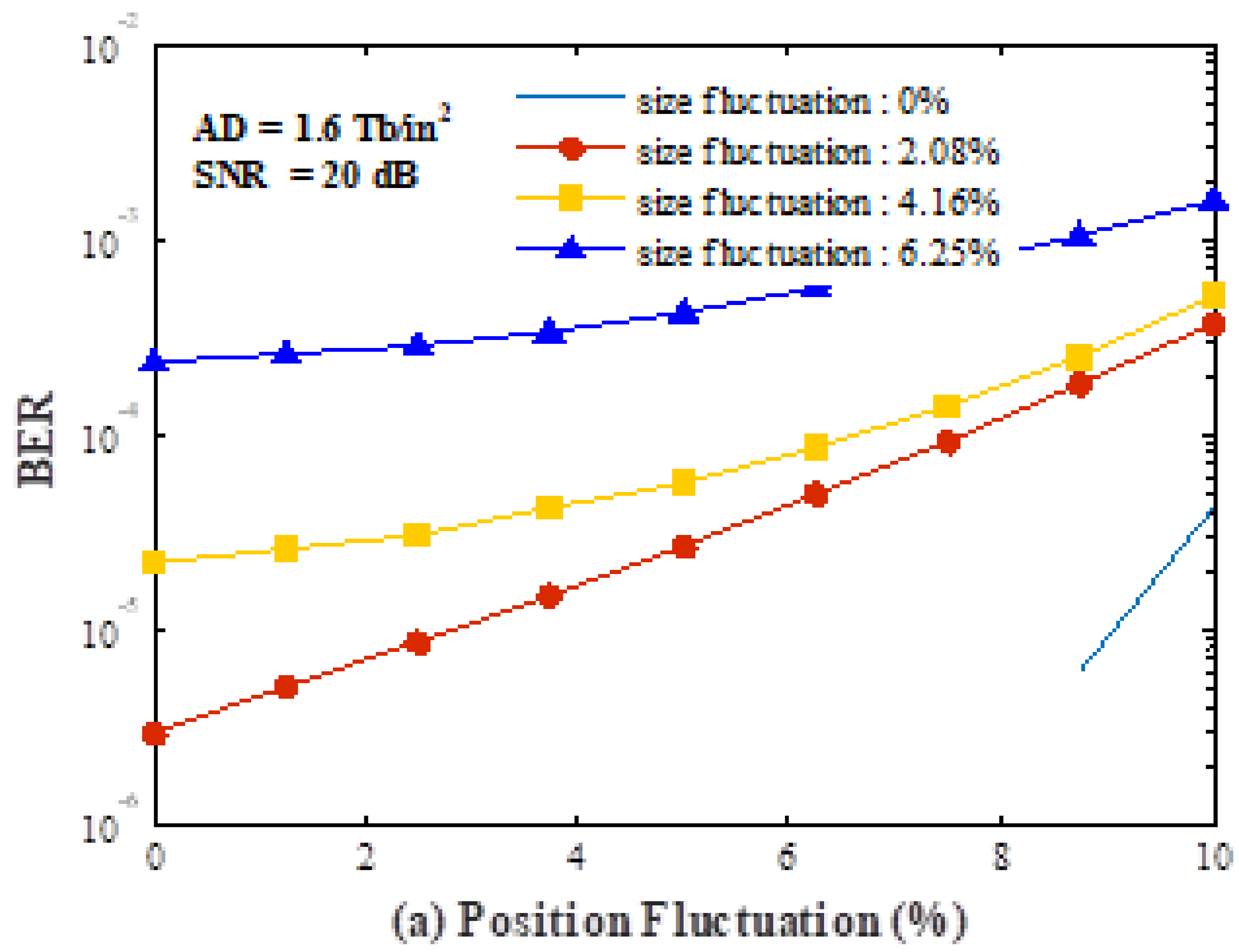
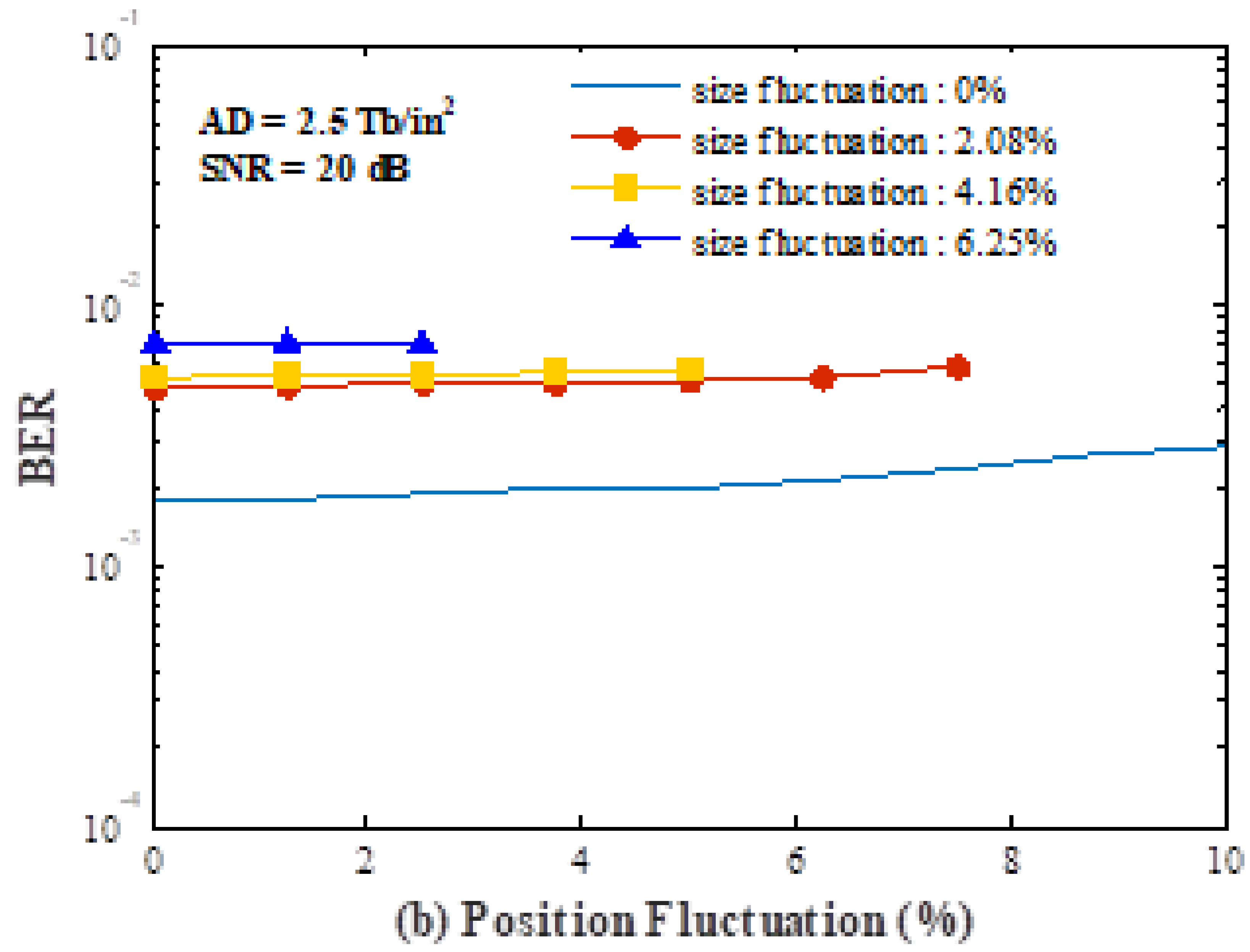


Fig. 3. The amplitude variations (a) without and (b) with the electronics noise. The histograms were prepared from 1000 data bits reading in which the polarities of island magnetizations were assigned randomly.

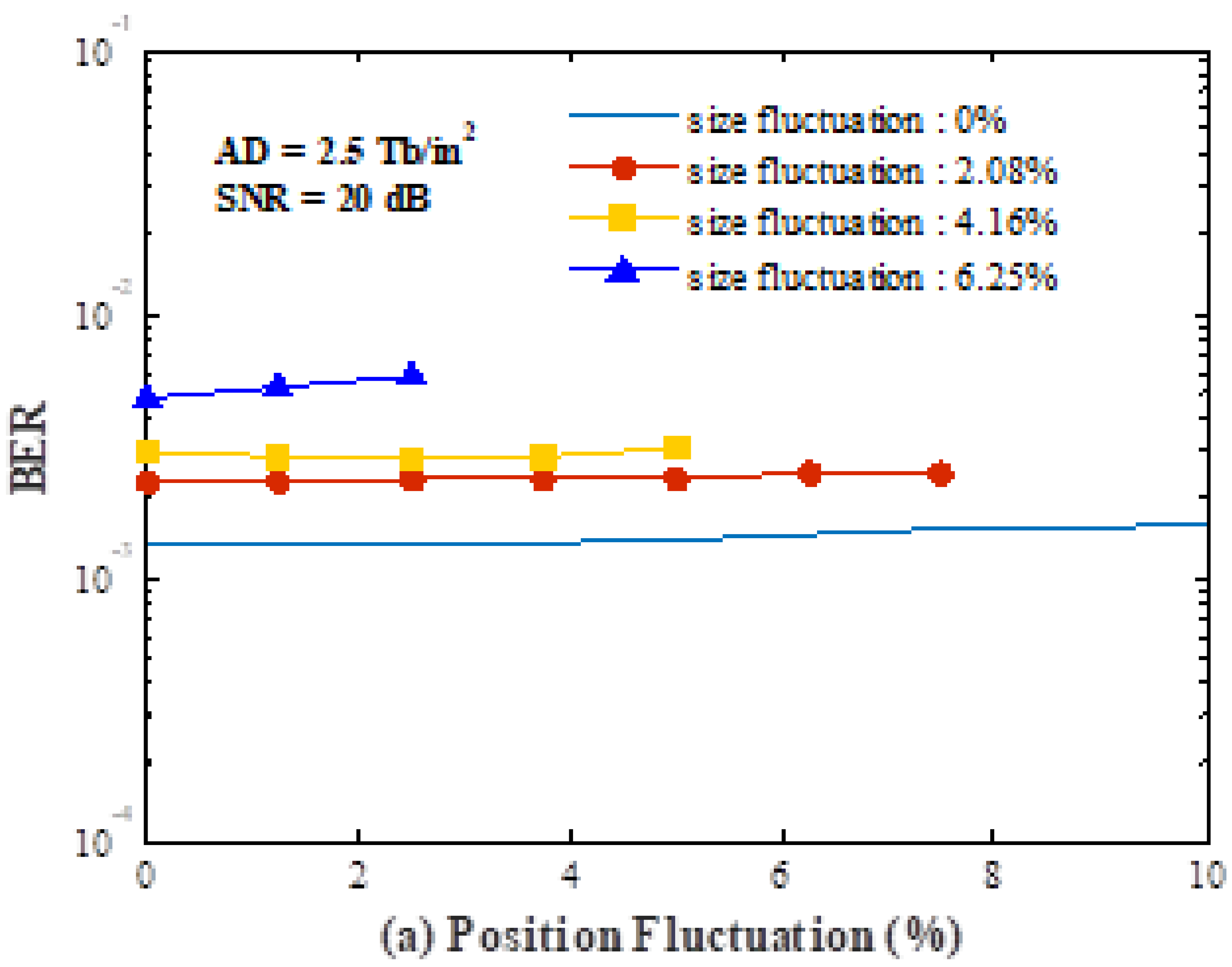
ประการแรกเราเปรียบเทียบประสิทธิภาพ BER ของเครื่องตรวจจับขีด จำกัด เป็นฟังก์ชันของเปอร์เซ็นต์ความผันผวนของตำแหน่งในความผันผวนของขนาดต่างๆที่ ADs ที่ 1.6 และ 2.5 Tb / in2 ดังแสดงในรูปที่ 4 (a) และรูปที่ 4 (b) ตามลำดับ . SNR ได้รับการแก้ไขที่ 20 เดซิเบลและความผันผวนของขนาดจะได้รับเป็น 0, 2.08, 4.16 และ 6.25% อย่างไรก็ตามกรณีAD สูงเช่นที่ 2.5 Tb / in2 ความผันผวนของตำแหน่งจะถูก จำกัด เพื่อหลีกเลี่ยงการทับซ้อนระหว่างแต่ละเกาะบิต ในรูปที่ 4 (a) แสดงให้เห็นว่าเมื่อระบบพบความผันผวนของตำแหน่งเท่านั้นเช่นความผันผวนของขนาดถูกตั้งค่าเป็น 0% ความผิดพลาดจะปรากฏขึ้นที่ความผันผวนของตำแหน่งประมาณ 8.5%

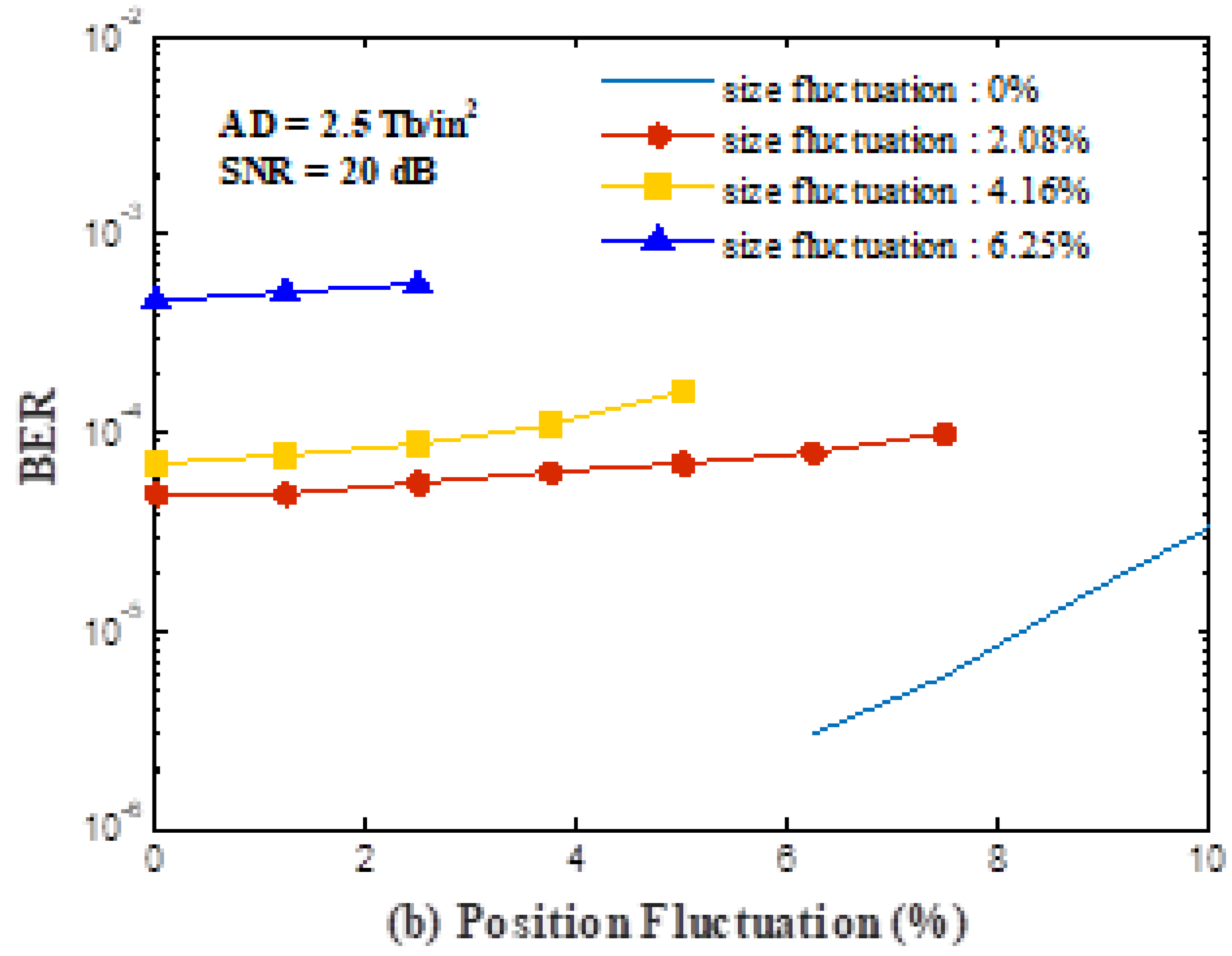
นอกจากนี้ BER ยังเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความผันผวนของตำแหน่งสำหรับทุกระดับความผันผวนของขนาด ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะใช้ตัวตรวจจับขีด จำกัด สำหรับAD ที่ต่ำกว่าด้วยการใช้รูปแบบการอ่านหลายแทร็ก อย่างไรก็ตามเมื่อAD เพิ่มขึ้นเป็น 2.5 Tb / in2 เครื่องตรวจจับเกณฑ์ไม่สามารถดำเนินการเพื่อให้ได้ค่า BER ต่ำกว่า 10-3 สำหรับทุกระดับความผันผวนของขนาดและความผันผวนของตำแหน่งไม่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบเนื่องจากเครื่องตรวจจับขีด จำกัด ไม่สามารถจัดการได้ ผลกระทบ ITI ที่รุนแรงดังแสดงในรูปที่ 4 (b) ดังนั้นจึงมีการนำเสนอเทคนิค PRML เพื่อจัดการกับปัญหานี้





รูปที่ 4 ประสิทธิภาพของ BER ของตัวตรวจจับขีด จำกัด ในหลายขนาดและความผันผวนของตำแหน่งที่ADเท่ากับ (a) 1.6 และ (b) 2.5 Tb / in2 ตามลำดับ





ภาพที่ 5. ประสิทธิภาพของ BER ของการเปรียบเทียบระบบ PRML ระหว่าง (a) แผนการอ่านแบบทั่วไปและ (b) มัลติแทร็กในขนาดและตำแหน่งที่ผันผวนที่ AD 2.5 Tb / in2

เราเปรียบเทียบประสิทธิภาพ BER ของระบบ PRML ระหว่างรูปแบบการอ่านแบบธรรมดาและแบบมัลติแทร็คที่เสนอที่ AD 2.5 Tb / in2 ดังที่แสดงในรูปที่ 5 การอ่านแบบดั้งเดิมคือจุดศูนย์กลางของฟังก์ชั่นความไวของหัวอ่าน ของแทร็กการอ่านที่ต้องการระยะเวลาการสุ่มตัวอย่างถูกตั้งค่าเป็นช่วงเวลาบิตและอีควอไลเซอร์ 1D ถูกใช้สำหรับทั้งคู่ ในรูปที่ 5 (a) เราสามารถสังเกตได้ว่ารูปแบบการอ่านทั่วไปไม่สามารถให้ประสิทธิภาพของ BER ต่ำกว่า 10-3 สำหรับความผันผวนของขนาดและตำแหน่งทั้งหมด อย่างไรก็ตามสามารถลดลงได้โดยใช้รูปแบบการอ่าน multitrack ที่เสนอดังแสดงในรูปที่ 5 (b)

เป็นที่ชัดเจนว่าความผิดพลาดปรากฏขึ้นที่ตำแหน่งผันผวนประมาณ 6.2% ในกรณีที่ไม่มีความผันผวนของขนาดและให้ค่า BER = 2 × 10-6 ยิ่งไปกว่านั้น BER มีค่าต่ำกว่า 10-4 และประมาณ 10-4 ในกรณีที่มีความผันผวนของขนาด 2.08% และ 4.16% ตามลำดับ สำหรับทุกระดับความผันผวนของตำแหน่ง ในกรณีที่มีความผันผวนของขนาดที่รุนแรงเช่นที่ 6.25% รูปแบบที่เสนอสามารถให้ค่า BER ต่ำกว่า 10-3 ซึ่งยังดีกว่าค่า BER ต่ำสุดของรูปแบบการอ่านทั่วไป มันแสดงว่าผลกระทบของ ITI ที่รุนแรงสามารถบรรเทาผลกระทบโดยใช้รูปแบบการอ่านแบบมัลติแทร็คด้วยตัวอ่านแบบกว้าง

สรุป

แบบจำลองช่องสัญญาณ BPMR ของอาร์เรย์ซึ่งมีเสียงดังเช่นขนาดเกาะและความผันผวนของตำแหน่งถูกเสนอ จากนั้นตัวอ่านแทร็กที่กว้างขึ้นถูกใช้เพื่ออ่านแทร็กข้อมูลสองชุดพร้อมกันเพื่อสร้างสัญญาณการอ่านก่อนการสุ่มตัวอย่างมากเกินไปเพื่อรับข้อมูลตัวอย่าง ศึกษาผลกระทบของขนาดเกาะและความผันผวนของตำแหน่งโดยใช้ระบบตรวจจับสองระบบภายใต้แผนการอ่านแบบหลายจุด ขั้นแรกให้การตรวจจับขีด จำกัด ดำเนินการพร้อมกับการถอดรหัส 2D เพื่อนำเสนอประสิทธิภาพของระบบขั้นต้น จากนั้นจึงนำเสนอเทคนิค PRML เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการอ่านที่เสนอสามารถให้ค่า BER ที่ดีที่ค่า AD ต่ำโดยใช้เครื่องตรวจจับขีด จำกัด เท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้นระบบ PRML ที่นำเสนอสามารถให้ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นมากเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการอ่านทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อADมีค่าสูง

งานนี้ได้รับการสนับสนุนบางส่วนจากกองทุนวิจัยแห่งประเทศไทย (TRF) วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูงและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประเทศไทย

ประวัตินักวิจัย

ดร.ชานนท์ วริสาร

ตำแหน่ง : อาจารย์/นักวิจัย

การศึกษา : Ph.D. in Electrical Engineering, KMITL
B.Eng. in Electronic Engineering
(First Class Honour), KMUTNB

งานวิจัยที่สนใจ : - Timing recovery for baseband transmission
- Error-control coding
- Modulation coding
- Detection and equalization
- Iterative detection
- The ultrahigh density information storage system
- Wireless communication

ภาพกิจกรรม

งาน ECTI-CON 2019 INTERNATIONAL CONFERENCE

At D Varee Jomtien Beach,Pattaya

ระหว่างวันที่ 10-13 กรกฎาคม 2562

ภาพกิจกรรม


COOPERATION AGREEMENT
REV
&
ECTI
Association
and
ECTI
Association


ECTI-CON 2019
The 16th International Conference on Electrical Engineering / Electronics,
Computer, Telecommunications and Information Technology
10-13 July 2019
Dvaree Jomtien Beach Hotel, Pattaya Thailand
IEEE
ECTI
SICE

ภาพกิจกรรม


DVAREE
JOMTIEN BEACH


ECTI-CON 2019
The 16th International Conference on Electrical Engineering / Electronics,
Computer, Telecommunications and Information Technology
10-13 July 2019
Dvaree Jomtien Beach Hotel, Pattaya Thailand
IEEE
SICE
ICROS
Tektronix
EGAT
DVAREE