

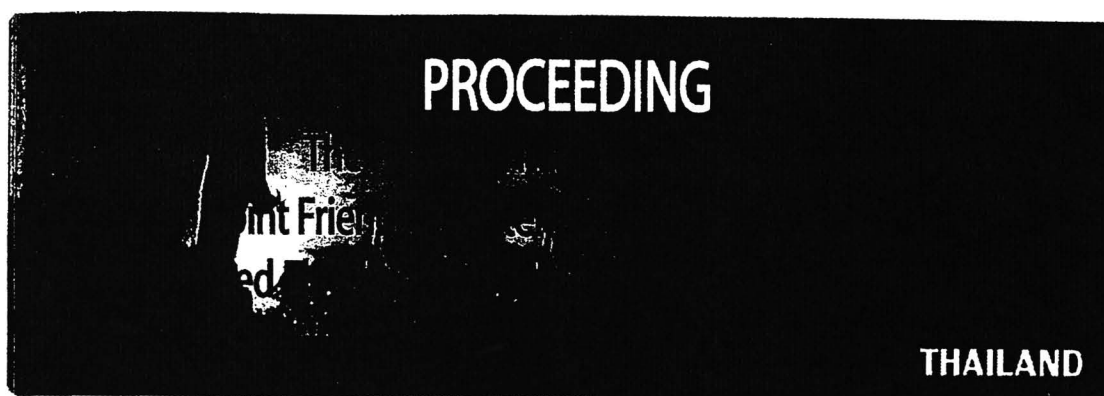
เอกสารอ้างอิง

1. Siritaratiwat, A., Pratoomthip, A., Kruwsbthaworn, A., Rakpongsiri, P. and Sompongse, D., 2008, "A 125-kHz RFID effect on writing process of magnetic recording head", **APSAEM08**, July 2008, pp. 34-38,
2. Vladimir K. and Albert, W., 2000, "The effects of EMI from cell phones on GMR magnetic recording heads and test equipment", **EOS/ESD Symposium**, Sep. 2000, pp. 224-232,
3. Hailong, Z., Shengli, L., and Hongyue, D., 2007, "Solutions of Metal Surface Effect for HF RFID Systems", **WICOM**, pp. 2089-2092.
4. Shellock, F. G., 2000, "Radiofrequency Energy-Induced Heating During MR Procedures: A Review", **Journal of Magnetic Resonance Imaging**, Wiley-Liss. Inc., pp. 30-36.
5. William H. H. and John, JR. A. B., **Engineering Electromagnetics**, 7th Ed., pp. 306-319.
6. เฉลิมพล น้ำค้าง, 2545, **คลื่นและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า**, ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
7. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, **แม่เหล็กไฟฟ้า** [Online], Available: <http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/98/magnetic1/index4.htm>. [19 มีนาคม 2552].
8. รัชนาฏ กมลกลาง, **กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก** [Online], Available: http://upload.srn.ac.th/wbi_srn/magfield.html. [8 กันยายน 2552].
9. Uehara, Y., Yamada, K. and Kanai, H., 1996, "AMR Effect in Spin-Valve Structure", **IEEE Transactions on Magnetics**, Vol. 32, No. 5, September 1996.
10. Keiichi N., Arata, J., et al., 2006, "CPP-GMR Technology for Future High-Density Magnetic Recording", **Fujitsu Sci. Tech. J.**, Vol. 42, No.1, Jan. 2006, pp.149-157.

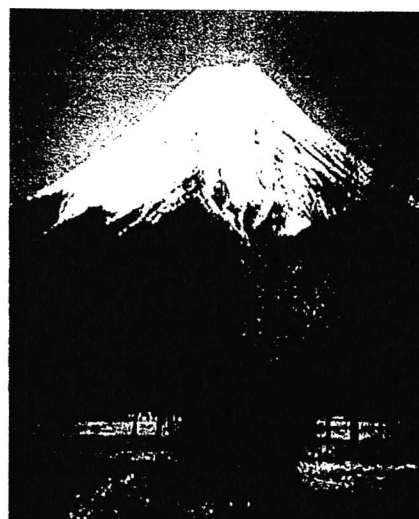
11. Klaas B. Klassen, J.V.P., and Xinzhi, X., “Simulation of Noise, Signal-to-Noise and Bandwidth of TMR and CIP/ CPP GMR Heads”, **IEEE Transactions on Magnetics**, Vol. 42, Issue 2, pp. 108-113.
12. The National Institute of Standards and Technology (NIST), **Future Directions for Magnetic Sensors** [Online], Available: http://www.nist.gov/mml/metallurgy/magnetic_materials/magnetic_sensors.cfm. [5 พฤษภาคม 2552].
13. บุรินทร์ อรุณโรจน์, 2548, **RFID เทคโนโลยีที่ต้องตามให้ทัน** [Online], Available: http://www.rfid-handbook.de/rfid.types_of_rfid.html, [23 กันยายน 2548].
14. ไพโรจน์ ไววณิชกิจ, 2548, “RFID เทคโนโลยีไร้สายพลิกโลก ตอน 2”, **เซมิคอนดักเตอร์**, ฉบับที่ 280, ตุลาคม 2548, หน้า 167-177.
15. ทวีศักดิ์ กอนันตกุล, 2548, **เทคโนโลยี RFID กับผลกระทบต่อประเทศไทย** [Online], Available: http://www.ttc.most.go.th/stvolunteer/UploadClinic/RFID/A_ReflexRFID.pdf, [7 กันยายน 2548].



ภาคผนวก ก.
ผลงานเผยแพร่ทางวิชาการ



21 - 23 September 2011
Grand Paradise Hotel ,Nongkhai,Thailand



Organized by
Department of Electrical Technology Education
King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT)

Thursday, September 22, 2011

Analysis of Magnetic Field Distribution of 13.56 MHz RFID

U. Sangdaowee and K. Chomsuwan
Department of Electrical Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand

This paper proposed the analysis of magnetic field distribution of 13.56MHz RFID. 13.56MHz RFID operates based on inductive coupling and consists of reader as master and tag as slave. Magnetic field distribution analyze based on analytical solution and Finite Element Method(FEM). An analysis results will propose both reader and reader and tag consideration. Measurement of magnetic field distribution is also verified calculation result. An analysis result represents notification in carefully design.

Keywords:Magnetic field, RFID, Finite Element Method.

INTRODUCTION

Radio Frequency Identification (RFID) is applied many application instead of barcode. Comparison with bar code, RFID do not need an exactly position and appropriate distance in identify an object. In addition, RFID can put more information than barcode. Therefore it is very useful in many applications such as goods stock, manufacturing process, and etc. There are many type of RFID system, low frequency 125kHz, high frequency 13.56 MHz, ultra high frequency at frequency of 433 MHz and 915 MHz, and microwave at frequency of 2.45 GHz, [1-2] however the 13.56MHz RFID is usually used in market. The configuration of the RFID consists of reader and tag. The 13.56MHz RFID operates based on inductive coupling. A reader transmits energy to tag via a tag which is place in the near field of reader must give enough energy for normal operate [3]. Energy and information are transmitted via magnetic field distribution. The power of magnetic field depends on distance. Therefore electronic equipment malfunction may occur. Tag detector antenna RFID with UHF band design was proposed by Maiko Ochiai. Which was able to search for a conglomerate tag involving the advantage of the microwave use type tag detector, was proposed. Specifically, a microwave-use type conglomerate tag detector was developed by optimizing leaky coaxial cable based on shielded type microstrip-line[4].

This paper presents analysis of magnetic field distribution which generates from 13.56 MHz RFID. Calculation results based on exactly solution and finite element method (FEM) were conducted. Analysis result can lead to protection or shield an effect that occurs in the 13.56 MHz RFID.

RFID

Structure of RFID

Basic structure of 13.56MHz RFID consists of reader and tag coil as shown in Fig. 1. As the 13.56MHz RFID operated based on inductive coupling, tag of the reader is passive device. Whenever the tag

places in the suitable distance, voltage induces in the tag and energy is transferred to capacitor in the tag circuit. After that the tag circuit will generate signal which contains information and sent the signal back to the reader. The reader also detects the read signal from tag in the same technique in order process in the next step.

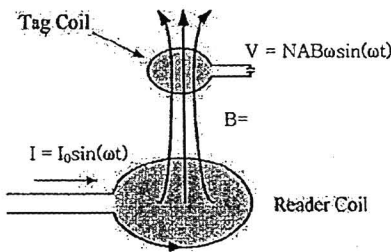


Fig.1 RFID Structure

2.2 Magnetic Field Distribution Analysis

Magnetic field distributes from 13.56 MHz RFID reader can be calculated based on Maxwell's equation as following:

$$(j\omega\sigma - \omega^2\epsilon_0\epsilon_r)\mathbf{A} + \nabla \times (\mu_0^{-1}\mu_r^{-1}\nabla \times \mathbf{A}) = \mathbf{j}^e \quad (1)$$

where ω is an angular frequency, ϵ_0 and ϵ_r is, respectively, permittivity of free space and relative permittivity, μ_0 and μ_r is, respectively, and $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$ is magnetic flux density whereas \mathbf{A} is vector magnetic potential. From (1), exactly equation of magnetic field in z-axis from current loop at the center of the circular

coil can be obtained from (2).

$$B_z = \frac{\mu_0 I N a^2}{2(a^2 + r^2)^{3/2}} \quad (2)$$

where:

Thursday, September 22, 2011

I = applied current
 N = turn number of coil
 r = distance from the center of circular loop
 a = radius of circular loop
 μ_0 = permeability of free space ($4\pi \times 10^{-7}$ Henry/meter)

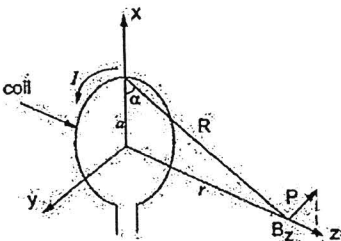


Fig. 2 Magnetic field calculation model

3.THE SIMULATION AND RESULTS

3.1 Simulation Model

The model was used in calculate the magnetic field distribution as shown in fig. 3. The model consists of two coils, reader and tag. The reader made from print circuit board with thick of 35 μm has radius of 23.125 mm and has 7 turns. And the tag has radius of 11 mm and has 10 turns. The reader was placed at the center of model and the tag was placed far from the reader of 25 mm. The center of reader and tag lie on the same axis. Current of 3 mA at frequency of 13.56 MHz was feed in the reader coil.

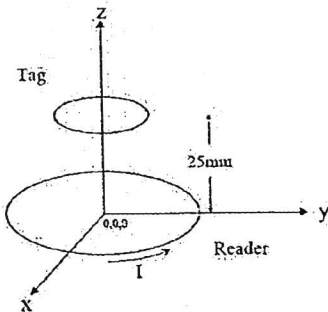


Fig.3Simulation model

3.2 Finite Element Results

Simulation was done based on Finite Element Method (FEM). The accuracy of simulation depended on mesh number however large number of mesh will effect to calculation time. Therefore the criteria of mesh discretization were set. Largest size of the mesh at the reader was 0.0005 mm and at the tag was 0.01 mm whereas the other area was automatic mesh. Total mesh in simulation is around 500,000 meshes. The mesh generation is shown in Fig. 4.

Fig. 5 and 6 are shown the distribution of the

magnetic field generated from reader and it is plot as vector field and streamline of flux density.

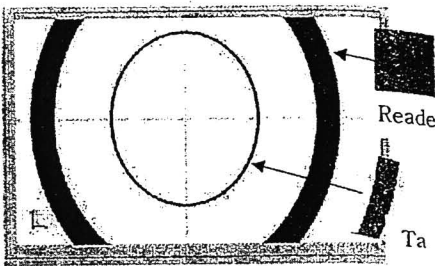


Fig. 4Obtained mesh generation

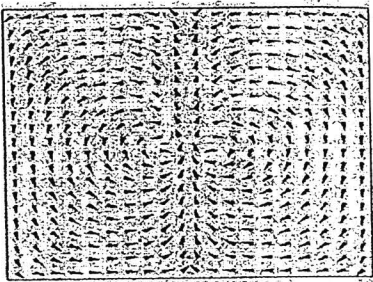


Fig. 5Vector of magnetic field distribution

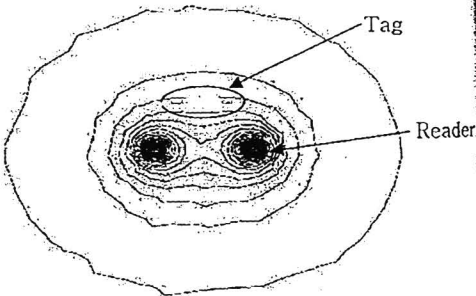


Fig. 6Streamline of Magnetic field distribution of the RFID

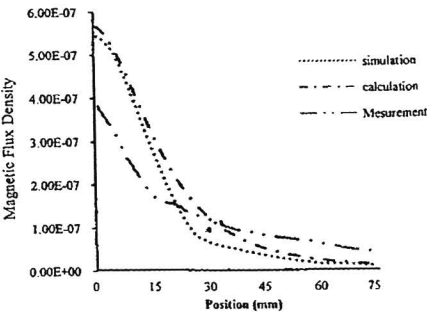


Fig.7 Magnetic field of the RFID on z-axis
Figure 7 showed magnetic field on z-axis obtained

Thursday, September 22, 2011

... exactly equation (2), from FEM, and from measurement result. The calculation both of the FEM and exactly equation provide similar curve. The error between the calculations occurs because of large mesh size. Compared to measurement result, it has large difference. This is because accurate of the model.

3. Radiation of Magnetic field

Radiation of magnetic field from the reader was studied. Loop coil was design to detect the signal from the reader and spectrum analyzer was used to detect the signal as show in Fig. 8. The reader was rotated for 360 degrees.

The radiation results are shown in Fig. 9. The measurement result shown that distribution of the magnetic field is an omni directional pattern and has higher distributes in front-side than back-side.

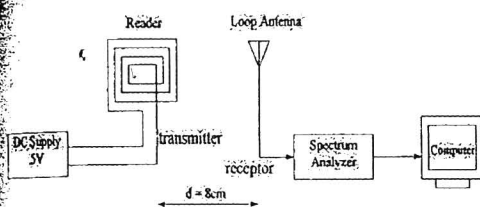


Fig.8 Radiation Pattern Measurement System

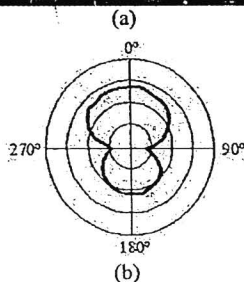


Fig. 9 (a) Configuration of measurement reader RFID.
(b) Radiation pattern of the RFID.

4. CONCLUSION

Magnetic field distribution generated from 13.56 MHz was studied. The results show the direction of magnetic field, quantity magnetic field and distribution of magnetic field obtained from the RFID. Therefore installation position of the RFID and location of object which is high sensitivity to magnetic field should be carefully designed.

ACKNOWLEDGMENTS

This project is fully funded by the Industry/University Cooperative Research Center in Hard-Disk Drive Advanced Manufacturing (I/U CRC in HDD Advanced Manufacturing), King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT) and the National Electronics and computer Technology Center (NECTEC), National Science and Technology Development Agency (NSTDA) under the Thailand HDD Cluster Program. The authors would like to thanks staff of Hitachi Global Storage Technologies (Thailand) Ltd., for their facility and constructive discussion provision.

REFERENCES

- [1] Hailong Zhu, Shengli Lai, "Antenna Design for long Rang 13.56MHz RFID Reader", ICWMMN2006 Proceedings on 6-9 Nov. 2006.
- [2] S. Duangsuwan, S. Promwong and P.Chengtanomwong. "Measurement and Evaluation of RFID Transmission Characteristic for Long Rang Systems", ICFN, pp. 65-68, March. 2009.
- [3] A.Siritaratiwat, A. Pratoomthip, A. Kruwsutthaworn, P. Rakpongsiri, and D. Sompongse. "A 125-kHz RFID effect on writing process of magnetic recording head" APSAEM08, pp. 34-38, July. 2008.
- [4] Maiko Ochiai, Yoshinobu Okano, "Development of management system for gathered RFID-Tag with UHF band" APMC 2009, pp. 1052-1055, DEC. 2009.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล

นางสาวอัญชลี แสงดาววี

วัน เดือน ปี เกิด

23 กรกฎาคม พ.ศ. 2528

ประวัติการศึกษา

ระดับอาชีวศึกษา

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกเชียงราย พ.ศ. 2545
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตเชียงราย
พ.ศ. 2548

ระดับปริญญาตรี

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2550

ระดับปริญญาโท

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2554

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

Sangdaowee, U. and Chomsuwan, K., 2011, "Analysis of Magnetic Field Distribution of 13.56 MHz RFID", **The Japan-Thailand-Lao P.D.R Joint Friendship International Conference on Applied Electrical and Mechanical Engineering 2011**, 21-23 September 2011, Grand Paradise Hotel, Nongkhai, Thailand, pp. 201-203.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ข้อตกลงว่าด้วยการโอนลิขสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้านางสาวอัญชลี แสงดาววี รหัสประจำตัว 51402519 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาโท หลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี อยู่บ้านเลขที่ 2 หมู่ 3 ตำบลป่าอ้อดอนชัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย รหัสไปรษณีย์ 57000 เป็น "ผู้โอน" ขอโอนลิขสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี รศ.ดร. สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล ตำแหน่ง คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี เป็นตัวแทน "ผู้รับโอน" สิทธิในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องการวิเคราะห์หม้อเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำแบบสามเฟส โดยวิธีการไฟในดัดลิเมนต์ ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ ผศ.ดร.คมกฤตย์ ชมสุวรรณ ตามมาตรา 14 แห่ง พ.ร.บ.ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้น จากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ตามมาตรา 23 แห่งพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย
3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใด ๆ ก็ตาม ข้าพเจ้า จะต้องระบุวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้ง ที่มีการเผยแพร่
4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรืออนุญาตให้ผู้อื่นทำซ้ำหรือดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนหรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีก่อน
5. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ไปประดิษฐ์หรือพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งประดิษฐ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญา ภายในระยะเวลาสิบ (10) ปี นับจากวันลงนามในข้อตกลงฉบับนี้ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีมีสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญานั้น พร้อมกับได้รับชำระค่าตอบแทนการอนุญาตให้ใช้สิทธิดังกล่าว รวมถึงการจัดสรร

ผลประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ในอนาคต โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

6. ในกรณีที่มีผลประโยชน์เกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์หรืองานทรัพย์สินทางปัญญาอื่นที่ข้าพเจ้าทำขึ้นโดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นเจ้าของ ข้าพเจ้าจะมีสิทธิได้รับการจัดสรรผลประโยชน์อันเกิดจาก ทรัพย์สินทางปัญญาดังกล่าวตามอัตราที่กำหนดไว้ในระเบียบสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการบริหารผลประโยชน์อันเกิดจากทรัพย์สินทางปัญญา พ.ศ. 2538

ลงชื่อ.....อัมรณี เสือทอง.....ผู้โอนลิขสิทธิ์
(นางสาวอัมรณี เสือทอง)

ลงชื่อ.....[Signature].....ผู้รับโอนลิขสิทธิ์
(รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล)

ลงชื่อ.....[Signature].....พยาน
(ผศ.ดร.คมกฤตย์ ชมสุวรรณ)

ลงชื่อ.....[Signature].....พยาน
(นางกิ่งแก้ว ผลตระกูล)



