

used for HDD production, is tested in this work by using the S-parameters. It is found that the new structure provides lower backward and forward coefficients than those of the traditional one. The results also show a good agreement that the NEXT and FEXT of the new proposed structure can be suppressed up to 32 dB and 14 dB at 14 GHz, respectively, and the signal transmission is changed only 2 dB at 20 GHz. Therefore, this newly structure is an alternative that can reduce crosstalk effectively with slight decrement in the signal transmission.

Acknowledgments. Authors would like to thanks Seagate Technology (Thailand) Co., Ltd. for facility provision.

Bibliography

- [1] K. Klaassen, J. C. Peppen and X. Xing, Write-to-read coupling, *IEEE Trans. Magn.* **38** (2002), 61–67.
- [2] Q. He, K. Lin, S. Sankar, H. Gong, R. Holmes and D. Seagle, Write-to-read coupling breakdown in HGA, *IEEE Trans. Magn.* **38** (2002), 2234–2236.
- [3] F. Mbairi, W. Siebert and H. Hesselbom, On the problem of using guard traces for high frequency differential lines crosstalk reduction, *IEEE Trans. Comp. and Pack. Tech.* **30** (2007), 67–74.
- [4] I. Montrose, *Printed circuit board design techniques for EMC compliance*, Wiley, New York, 2000.
- [5] K. Agarwal, D. Sylvester and D. Blaauw, Modeling and analysis of crosstalk noise in coupled RLC interconnects, *IEEE Trans. Comput.-Aided Des. Integr. Circuits Syst.* **25** (2006), 892–901.
- [6] S. Kayama, M. Sonehara, T. Sato, K. Yamasawa and Y. Miura, Cross-talk suppression in high-density printed circuit boards using magnetic composite filled in spacing between signal lines, *IEEE Trans. Magn.* **45** (2009), 4801–4803.
- [7] G. Li, G.-G. Hu, H.-D. Zhou, X.-J. Fan and X.-G. Li, Attractive microwave-absorbing properties of $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ manganite powders, *Mater. Chem. Phys.* **75** (2002), 101–104.
- [8] J. Wei, J. Liu, and S. Li, Electromagnetic and microwave absorption properties of Fe_3O_4 magnetic films plated on hollow glass spheres, *J. Magn. Magn. Mater.* **312** (2007), 414–417.
- [9] B. Dmovsek, J. Koselj, A. Znidarsic and V. Bregar, Study of coupling on parallel microstrip lines due to magnetic-loaded absorber sheet, *IEEE Trans. Magn.* **44** (2008), 3801–3804.
- [10] T. Haller, B. Whitmore, P. Zabinski and B. Gilbert, High frequency performance of GE high-density interconnect modules, *IEEE Trans. Compon., Hybrids, Manufact. Technol.* **16** (1993), 21–27.

- [11] J. Pro and M. Roen, Characteristic impedance and signal loss measurements of head-to-preamp interconnects, *IEEE Trans. Magn.* **42** (2006), 261–265.
- [12] F. Mbairi, W. Siebert and H. Hesselbom, High-frequency transmission lines crosstalk reduction using spacing rules, *IEEE Trans. Comp. and Pack. Tech.* **31** (2008), 601–610.
- [13] R.-B. Sun, C.-Y. Wen and R.-B. Wu, A new isolation structure of pogo pins for crosstalk reduction in a test socket, *IEEE Trans. Comp. and Pack. Tech.* **1** (2011), 586–594.
- [14] X. Huang, J. Chen, J. Zhang, L. Wang and Q. Zhang, A new microwave absorber based on antimony-doped tin oxide and ferrite composite with excellent electromagnetic match, *J. Alloys Compd.* **506** (2010), 347–350.
- [15] A. Taflov and S. Hagness, *Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method*, Artech House, Norwood, 2000.
- [16] J. Liu, M. Itoh, T. Horikawa and K. Machida, Gigahertz range electromagnetic wave absorbers made of amorphous-carbon-based magnetic nanocomposites, *J. Appl. Phys.* **98** (2005), 054305–054305-7.
- [17] J. Contreras, M. Alex and X. Xing, Recording front-end systems analysis, *IEEE Trans. Magn.* **46** (2010), 790–797.
- [18] E. Jang, Three-dimensional electromagnetic analysis of hard disk drive suspension interconnects with periodic apertures in reference plane, *J. Appl. Phys.* **105** (2009), 07C128–07C128-3.
- [19] A. Feller, H. Kaupp and J. Digiacom, Crosstalk and reflections in high-speed digital systems, in *Proc. Fall Joint Computer Conf.* (1965).
- [20] S. Hall, G. Hall and J. McCall, *High Speed Digital System Design: A Handbook of Interconnect Theory and Design Practices*, Wiley, New York, 2000.
- [21] D. Pozar, *Microwave Engineering*, 3rd ed., Wiley, USA, 2004.
- [22] H. Ono, T. Ito, S. Yoshida, Y. Takase, O. Hashimoto and Y. Shimada, Noble magnetic films for effective electromagnetic noise absorption in the gigahertz frequency range, *IEEE Trans. Magn.* **40** (2004), 2853–2857.
- [23] R. Pucel and D. Masse, Microstrip propagation on magnetic substrates - part I: design theory, *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.* **20** (1972), 304–308.

Received ???.

Author information

Krisada Prachumrasee, KCU-Seagate Cooperation Research Laboratory, Department of Electrical Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.
E-mail: krisada.prachumrasee@live.kku.ac.th

Arkom Kaewrawang, KKU-Seagate Cooperation Research Laboratory, Department of Electrical Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

E-mail: arkom@elec.kku.ac.th

Anan Kruesubthaworn, Science and Technology Program, Khon Kaen University, Nong Khai Campus, Nong Khai 43000, Thailand.

E-mail: anankr@kku.ac.th

Roong Sivaratana, Seagate Technology (Thailand) Co., Ltd., 1627 Moo 7, Teparuk Rd, Tambol Teparuk, Amphur Muang, Samutprakarn 10270, Thailand.

E-mail: roong.sivaratana@seagate.com

Apirat Siritaratiwat, KKU-Seagate Cooperation Research Laboratory, Department of Electrical Engineering, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

E-mail: apirat@kku.ac.th

INTERNATIONAL JOURNAL OF

RF and Microwave Computer-Aided Engineering

Editor:

Inder J. Bahl

6311 Hamlet Trail

Roanoke, VA 24018

USA

Phone: 540-525-3932

Fax: 540-772-2380

e-mail: inderj@cox.net orinder.bahl@ieee.org

Associate Editors:

Adalbert Beyer

Duisburg University, Duisburg, Germany

Vijay Devabhaktuni

University of Toledo, Toledo, USA

David Thiel

Griffith University, Nathan, Australia

Qi-Jun Zhang

Carleton University, Ottawa, Canada

March 15, 2013

Title: *The Dimensional Effects of Windowing on Crosstalk for High Speed Hard Disk Drive Interconnects*

Manuscript Number: **B2950**Date Received: **January 4, 2013**

Dear Mr. Prachumrasee:

I am glad to inform you that the paper is accepted for publication in the *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*. It will be published in the next available issue of the Journal. John Wiley & Sons, Inc., the publisher, will send you the proofs at the appropriate time. **Please make a note that you need not send again the copyright form to Wiley in their request at the time of proofs. They ask everybody and please ignore their request.**

Thank you for contributing to the Journal. We greatly appreciate your contribution.

Sincerely,

Dr. Inder Bahl

RFMiCAE Editor

The Dimensional Effects of Windowing on Crosstalk for High Speed Hard Disk Drive Interconnects

K. Prachumrasee¹, A. Kaewrawang¹, A. Siritaratiwat¹, R. Sivaratana² and
A. Kruesubthaworn^{3,*}

**Author for correspondence; e-mail: anankr@kku.ac.th*

¹ KKU-Seagate Cooperation Research Laboratory, Department of Electrical Engineering,
Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

² Seagate Technology (Thailand) Co., Ltd., 1627 Moo 7, Teparuk Rd, Tambol Teparuk,
Amphur Muang, Samutprakarn 10270, Thailand

³ Faculty of Applied Science and Engineering, Khon Kaen University, Nong Khai Campus,
Nong Khai 43000, Thailand

ABSTRACT

As the areal density rapidly changes, the signal reflection increases. In order to avoid the reflection between a magnetic recording head and a read/write driver on hard disk drive interconnects (HDDIs), the windowing technique is used to keep low insertion loss and causes the higher crosstalk between lines. In this work, the crosstalk on idealized HDDI with windowing is investigated. The crosstalk represented by the scattering parameters is calculated by using the full wave simulation software based on finite integral technique. From the results, the improvement of insertion loss and transmission bandwidth (-3 dB bandwidth) can be found when the window percentage is increased. For the 90% windowed structure, these are improved as 4.27 dB at 1 GHz and 4.53 GHz comparing with the conventional structure, respectively.

Besides, the crosstalk increases with the increasing of window percentage. However, it can be suppressed up to 5.68 dB in a range of 0.24 - 1 GHz when the window percentage is 90%. Furthermore, the 90% windowed structure with 8 mm window pitch possess the lowest crosstalk about 30.22 dB in a range of 0.32 - 6.4 GHz. In addition, the placing position of windows in a reference plane with a half of the rest length at both ends should be avoided because it increases both crosstalk and insertion loss.

Keywords: Crosstalk reduction, Hard disk drive interconnect, Scattering parameters, Windowing

1. INTRODUCTION

The hard disk drive interconnect, called trace suspension assembly interconnect (TSAI), is used to transfer the data signals between a magnetic recording head and a read/write (R/W) driver. As the data rate rapidly increases, a signal integrity issue plays an important role. Consequently, an insertion loss of transmission lines should be kept low to entirely maintain the detail of data signals transferred between the recording head and the R/W driver [1].

Recently, a practical approach to reduce the insertion loss by removing a fixed percentage of the reference plane, namely windowing, is presented by Jang [2]. The insertion loss could be reduced with increasing a fixed percentage of windowing [2-5]. However, the implementation of windowing with TSAI increases crosstalk between adjacent lines, resulting to the higher crosstalk than the conventional TSAI [3,6]. It is well known that the crosstalk phenomenon is an unintentionally coupled signal between signal lines. Several works of crosstalk on hard disk drive interconnect have been reported in [4,5,7-11] and the explanation of crosstalk mechanism on hard disk drive interconnect can be found in [7]. In case of hard disk drives, the leakage of the signal power from the write lines into the read

lines can cause electrical overstress (EOS) in the magnetic reader sensor [12]. As a result, the malfunction and failure occur in the recording head and R/W driver operations [7,8]. Hence, understanding of windowing in terms of crosstalk on the TSAI is necessitated.

In this work, the crosstalk effect on TSAI with rectangular apertures of windowing is studied. The scattering parameters (*S*-parameters) are utilized as the crosstalk indicator and calculated based on finite-integration technique (FIT) by using the 3D full-wave simulation software. The dimensional of windowing is varied and the comparison with a conventional TSAI is demonstrated. Finally, the optimal dimensional of windowing on crosstalk reduction of TSAI is performed.

2. METHODOLOGY

2.1. The Hard Disk Drive Interconnect Structure with Windowing

The TSAI consists of four layers which are copper layer, based polyimide layer, stainless steel layer, and cover-coat polyimide layer as shown in Figure 1 [2]. The TSAI structure including two conductor lines with trace width of 100 μm , trace-to-trace spacing of 25 μm , and length of 40 mm which has been used by Jang [2] is used in this study. The thickness of copper, based polyimide, stainless steel, and cover-coat is 15, 10, 20, and 5 μm , respectively. The conductivity of copper and stainless steel is 5.8×10^7 and 1.1×10^6 S/m, respectively. A 1 mm window pitches are plated in the reference plane which is stainless steel layer as shown in Fig. 1. This means that there are 40 apertures in the interconnect. The window percentage is defined as the ratio of window length to window pitch [2]. Since, the window pitch is fixed as 1 mm, the window length is varied from 0 to 0.9 mm. This means that the window percentage is varied from 0% to 90%, respectively.

2.2. The Scattering Parameters

The TSAI is defined as a 4-port network, as shown in Figure 2. The S -parameters are used as the crosstalk indicator owing to its proper and accurate at high frequency [13]. The parameters can be obtained and calculated by following equation:

$$S_{ij}(dB) = 20 \log \left(\frac{V_i^-}{V_j^+} \right) \bigg|_{V_k^+ = 0 \text{ for } k \neq j} \quad (1)$$

where S_{ij} is the transmission coefficient from port j to port i and all remaining ports are terminated in matching load ($V_k = 0$ for $k \neq j$). V_i^- and V_j^+ are a reflected voltage and an incident voltage of lines, respectively.

The simulations were done by using the 3D full wave simulation of CST Microwave Studio, which is based on FIT. The FIT discretizes an integral form of Maxwell's equation in the computational domain as described in [14]. The crosstalk is defined as the coupling of signal from the i^{th} write line to the j^{th} read line. In order to calculate the crosstalk in a frequency range of 1 - 20 GHz, a Gaussian pulse with 40.7 ps of the full width at half-maximum is fed into port 1 for broadband calculation. The initial mesh cell used in simulation is 2×10^6 cells and the automatic adaptive mesh refinement is activated. The TSAI is surrounded by air and the radiation is selected for the boundary condition in all directions.

3. RESULTS & DISCUSSIONS

3.1 The Window Percentage Variation

Firstly, the insertion loss is investigated and plotted in Figure 3. It is found that the tendency of the insertion loss is improved with increasing of window percentage which is consistent with the previous studies [2]. At the current operating frequency of TSAIs which is

1 GHz, the 0% windowed structure (conventional TSAI) has the insertion loss as -5.75 dB. Meanwhile, the 90% windowed one has the insertion loss as -1.48 dB which is a 4.27 dB improvement. For the TSAI with windowing, a dip occurs at around 10 GHz, except the 90% windowed structure occurred at around 20 GHz according to resonance frequency of the defected ground structure as described in [15-19]. Furthermore, the insertion loss in cases of the TSAI with windowing is improved. Especially, the insertion loss is significantly improved along the determined frequency range for the 90% windowed structure comparing with the 0% structure. This can be noticed from the transmission bandwidth, also known as -3 dB bandwidth, it is extended from 0.57 GHz to 5.1 GHz. As a result, the data signals could be transferred between the R/W driver and the recording head in a higher frequency range which facilitate the TSAI used in high speed hard disk drive in the future [20].

Figure 4 shows the crosstalk on the TSAI with percentage variation of window as a function of frequency. It is observed that the crosstalk increases with increasing window percentage. This is consistent with the results in [3,9]. Around mid-frequency range, the crosstalk level of the 30% and 50% windowed structures is somewhat similar to the 70% windowed structure and these have the higher crosstalk than the conventional TSAI around 5 dB. For the increment of crosstalk, it is believed that the windowed reference plane contributing to the radiated fields from the write line can easily pass through the read line [11]. In contrast, the 90% windowed structure shows a desirable result, it has a lower crosstalk than the 0% windowed structure about 5.68 dB at 400 MHz which is the one in frequency band of the HDD performance testing processes. Of course, the reducing of crosstalk on the TSAI can improve the accuracy of test results and reduce a recording head performance misinterpretation before being installed in a HDD as concerned in Ref [6] as well.

Since the interconnect structure is changed, the characteristic impedance (Z_c) of the lines is observed by using the time domain reflectometry in the CST simulation. A Gaussian pulse with 43.8 ps rise time is applied [21]. Figure 5 shows the Z_c of a signal line of the 0% to 90% windowed structures. It is observed that the tendency of Z_c increases with increasing window percentage [2,9]. In practice, the proper Z_c of the line is determined from impedance of terminated loads, i.e., the recording head and the R/W driver depending on each HDD model. This is known as impedance matching to avoid reflection and distortion of signals [1].

3.2 The Window Pitch variation

A set of TSAI with window pitch variation is studied. The window percentage is fixed as 90%, then the window pitch is varied from 1 to 8 mm resulting to the number of aperture in a reference plane of line is varied from 40 to 5 slots, respectively. The crosstalk of the windowed TSAI with window pitch variation is plotted and compared with the conventional TSAI as shown in Figure 6. The figure indicates that the crosstalk levels decrease with increasing window pitch. At below 300 MHz, the windowed structures have the crosstalk level higher than that of the conventional one. However, the 90% windowed structure with 8 mm window pitch gives the lower crosstalk in a range of 320 MHz - 6.5 GHz and suppresses the crosstalk up to 30.22 dB at 1.04 GHz. In addition, an expansion of crosstalk immunity to 6.5 GHz means that this structure can be implemented to support TSAIs used in the future HDD as well.

Figure 7 shows the insertion loss of the windowed TSAI with window pitch variation. It is found that the insertion loss has no different at low frequency region. However, the windowed structures show a great improvement of the insertion loss when the frequency above 200 MHz. Again, the Z_c of a line is observed and shown in Fig. 8. It is observed that the Z_c of the windowed structures is increased in a range about 40 - 50 Ω . Furthermore, there are dips and peaks which occur when the window pitch increased more than 4 mm. This is

because of the geometry discontinuities along the interconnect length direction [2].

3.3 The Possible Positions of Windowing

In practice, there are many patterns to place the rectangular windows in a reference plane of TSAI. Since, the window percentage and window pitch of the four structures are set as 90% and 1 mm, respectively. As a result, four possible window patterns are investigated, denoted as pattern A, B, C and D, as shown in Figure 9. In addition, the remaining length from windowing, called the rest length, in these cases are 0.1 mm.

Pattern A, it is the begun with the windows placed from left-hand side to the right-hand side along the length of line. Note that this pattern is used with the TSAI for the above results. Pattern B, this pattern is begun and ended with the half of the rest length of the first window. Pattern C, this pattern is similar to the pattern A, but the placing of windows is begun at the right-hand side of the reference plane rather than the left-hand side. Pattern D, this pattern is begun with a half of the first window length and is ended with the rest of window length.

The Z_c of TSAI with each pattern is investigated and compared owing to the difference structure of the reference plane as shown in Figure 10. From the result, it is found that the pattern of placing windowing in a reference plane has no effect in Z_c . The two last but not least, the crosstalk and insertion loss, are also investigated as shown in Figure 11 and 12, respectively. From the results, it is indicated that there is no difference in terms of the crosstalk and insertion loss for the TSAI with pattern A, C and D. Except pattern B, it shows the terrible results which are higher crosstalk and insertion loss than the others about 1 dB in a high frequency range. This phenomenon is somewhat interesting which will be studied in the next works.

4. Conclusions

The crosstalk on the TSAI with windowing is investigated. From the results, it is found that the crosstalk increases with increasing window percentage. For the 90% windowed structure possesses a lower crosstalk than the conventional TSAI about 5.68 dB in a range of 0.24 - 1 GHz. Furthermore, the crosstalk can be suppressed by increasing window pitch. As can be seen, the 90% windowed TSAI structure with 8 mm window pitch is suppressed the crosstalk up to 30.22 dB in a range of 0.32 - 6.4 GHz which supported the using of TSAI in the future HDD. In addition, the beginning to place windows with the rest length should be avoided because it increases both crosstalk and insertion loss. Finally, the implementation of windowing technique on TSAI can be used as an alternative method to improve the crosstalk immunity as well as the insertion loss. However, the impedance matching should be considered to avoid the signal integrity problem.

Acknowledgement

The authors would like to thank Seagate Technology (Thailand) Co., Ltd. for facility provision and Department of Telecommunication Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL) for CST simulation software. This project is supported by the Thailand Research Fund under the TRF Advanced Scholar Program, No. BRG5280019 and the new researcher program No. MRG5580221. K. Prachumrasee is a PhD candidate granted by the Graduate School, Khon Kaen University under the research fund for high potential student to continue postgraduate study, No. 522T201.

References

1. K. B. Klaassen, J. T. Contreras, and J. V. Peppen, Read/write electronics front-end systems for hard disk drives, *IEEE Trans Magn* 1 (2004), 263-268.
2. E. Jang, Three-dimensional electromagnetic analysis of hard disk drive suspension interconnects with periodic apertures in reference plane, *J Appl Phys* 105 (2009), 07C128–07C128–3.

3. K. Carlson, Crosstalk in the rigid disk drive channel front-end, *IEEE Trans Magn* 40 (2004), 281–285.
4. K. Prachumrasee, A. Siritaratiwat, V. Ungvichian, R. Sivaratana, and A. Kaewrawang, A methodology to identify crosstalk contributor from 6-line suspension assembly interconnect of ultra-high capacity hard disk drives, *J Appl Comput Electromagn Soc* 27 (2012), 22–27.
5. K. B. Klaassen, J. V. Peppen, and X. Xing, Write-to-read coupling, *IEEE Trans Magn* 38 (2002), 61–67.
6. Q. He, K. Lin, S. Sankar, H. Gong, R. Holmes, and D. Seagle, Write-to-read coupling breakdown in HGA, *IEEE Trans Magn* 38 (2002), 2234–2236.
7. E. Jang and X. Zhang, Write-to-read coupling study of various interconnect types, *J Appl Phys* 93 (2003), 6453–6455.
8. X. K. Gao, Q. H. Liu, and Z. J. Liu, Robust design of head interconnect for hard disk drive, *J Appl Phys* 97 (2005), 10P102–10P102–3.
9. J. Pro and M. Roen, Characteristic impedance and signal loss measurements of head-to-preamplifier interconnects, *IEEE Trans Magn* 42 (2006), 261–265.
10. J. T. Contreras, Modeling of a disk drive's front-end channel path, *IEEE Trans Magn* 42 (2006), 2600–2602.
11. R. Hentges, J. Pro, M. Roen, G. VanHecke, and G. Kimball, Exploring low loss suspension interconnects for high data rates in hard disk drives, *IEEE Trans Magn* 44 (2008), 169–174.
12. S. Prakash, K. Pentek, and Y. Zhang, Reliability of PtMn-based spin valves, *IEEE Trans Magn* 37 (2001), 1123–1131.
13. D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, Wiley, USA, 2005.
14. T. Weiland, Time domain electromagnetic field computation with finite difference methods, *Int. J. Numer Model* 9 (1996), 295–319.
15. C. S. Kim, J. S. Park, D. Ahn, and J. B. Lim, A novel 1-D periodic defected ground structure for planar circuits, *IEEE Microw Guid Wave Lett* 4 (2000), 131–133.
16. D. Ahn, J. Park, C. Kim, J. Kim, Y. Qian, and T. Itoh, A design of the low-pass filter using the novel microstrip defected ground structure, *IEEE Trans Microw Theory Tech* 49 (2001), 86–93.

17. J. S. Lim, C. S. Kim, D. Ahn, Y. C. Jeong, and S. Nam, Design of low-pass filters using defected ground structure, *IEEE Trans Microw Theory Tech* 53 (2005), 2539-2545.
18. H.-W. Liu, X.-W. Sun, Z.-F. Li, and T. Yoshimasu, Propagation characteristics of microstrip lines with 2D defected ground structures, *Int J RF and Microwave CAE* 16 (2006), 280-286.
19. S. M. Roy, N. C. Karmakar, and I. Balbin, Investigation into paradigm junction capacitance and inductance of dumbbell-shaped slotted ground structures, *Int J RF and Microwave CAE* 18 (2008) 464-475.
20. R. Wood, Future hard disk drive systems, *J Magn Magn Mater* 321 (2009), 555-561.
21. CST MICROWAVE STUDIO - Manual, CST GmbH, Germany, 2010.

BIOGRAPHIES



Krisada Prachumrasee is a PhD candidate after he obtained B. Eng (EE) and M. Eng (EE) from Khon Kaen University. He was granted the M. Eng. Scholarship from the Industrial/University Cooperative Research Center in HDD Component (I/U CRC in HDD Component) supported by the Ministry of Science and Technology. With good performance thesis of his Master degree study, he has received a PhD scholarship from Graduate School, Khon Kaen University under the research fund for high potential student to continue postgraduate study.



Arkom Kaewrawang obtained his B. Eng. (EE), Horn, from Khon Kaen University, M. Eng (EE) from Chulalongkorn University, and PhD from Shinshu University, Japan. He has done researches with HDD industry in the area of magnetic materials and high frequency effects to recording heads. He has published more than 20 international articles with many outstanding awards from various sources.



Apirat Siritaratiwat received his B.Eng. (EE) from Khon Kaen University in 1992. After working in industry for few years, he joined the Department of Electrical Engineering, Khon Kaen University in 1994 and continued his postgraduate study at the University of Manchester, UK, between 1995-1999. He has served in many managerial positions such as Head of Department, Assistant to President for Research Affairs etc. He has done researches in HDD and been one of

pioneer researchers of ESD/EOS and EMI in recording heads. Since his researches are mainly jointed with HDD industry, it led to the establishment of the KKU-Seagate Cooperation Research Laboratory and the I/U CRC in HDD Component where he was Director. He has published more than 80 articles and held 4 pending patents.



Roong Sivaratana received a B.Eng. in EE from KMITN in 1986, M.Eng. in EM from Chulalongkorn University, and M.S. in EBM from University of Warwick. He has been a Senior Director of Engineering at Seagate Technology (Thailand), responsible for TH R&D Activities. He Beside engineering works in Seagate, he is also a member of engineering advisory committee at SUT and KMITL, a member of KKU's activities promotion committee, as well as an industry adviser to Cluster/Program Management Office (CPMO under NSTDA).



Anan Kruesubthawom received the B.Eng. and Ph.D. degrees in electrical engineering from Khon Kaen University, Thailand, in 2002 and 2008, respectively. After that, he had joined Seagate Technology (Thailand) Ltd. for three years. He is currently a lecturer with Khon Kaen University, Nong Khai campus. His research interests include EOS/ESD and EMI in magnetic recording heads and EMI in telecommunication.

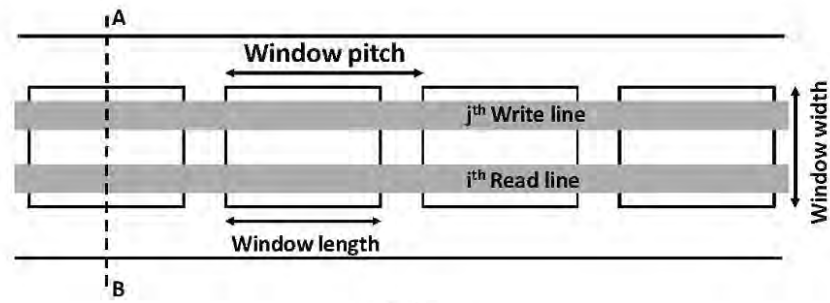
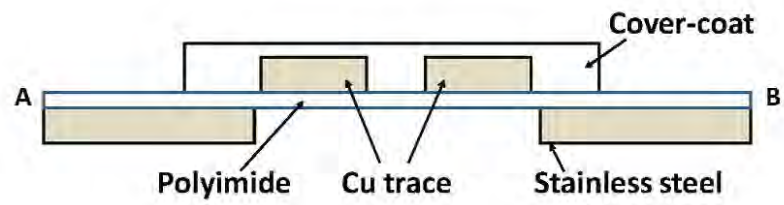
Figures**(a)****(b)**

Figure 1. (a) The top view of an idealized trace suspension assembly interconnect with windowing and (b) the cross sectional view along A-B line.

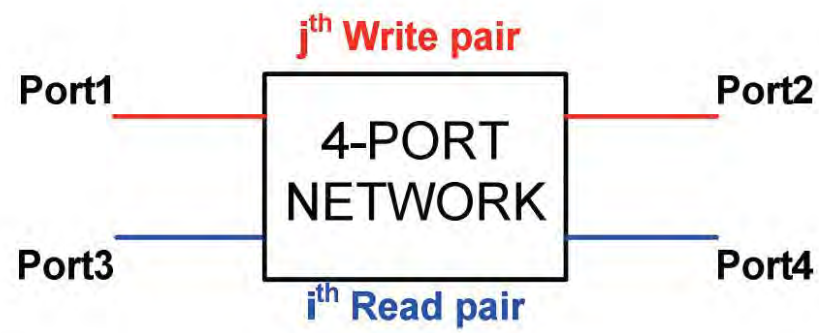


Figure 2. A 4-port network of TSAI.

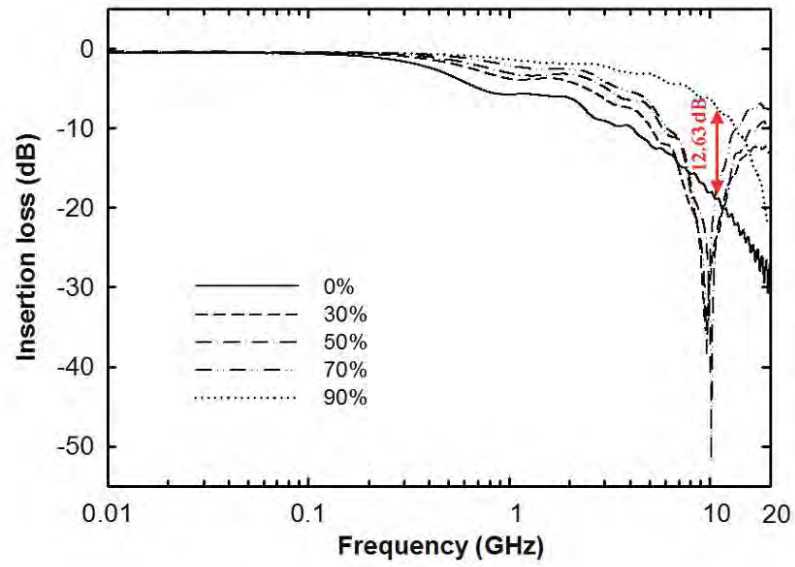


Figure 3. The insertion loss for the 0% to 90% windowed structure.

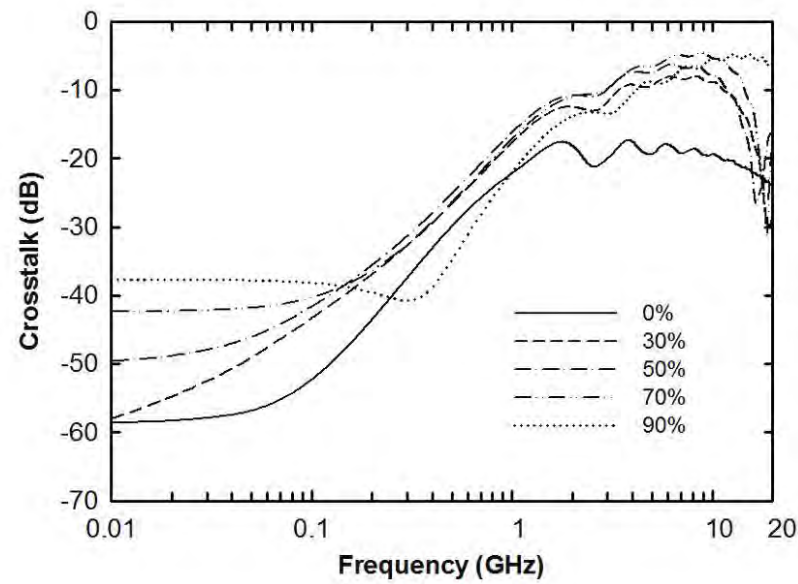


Figure 4. The dependence of crosstalk on frequency.

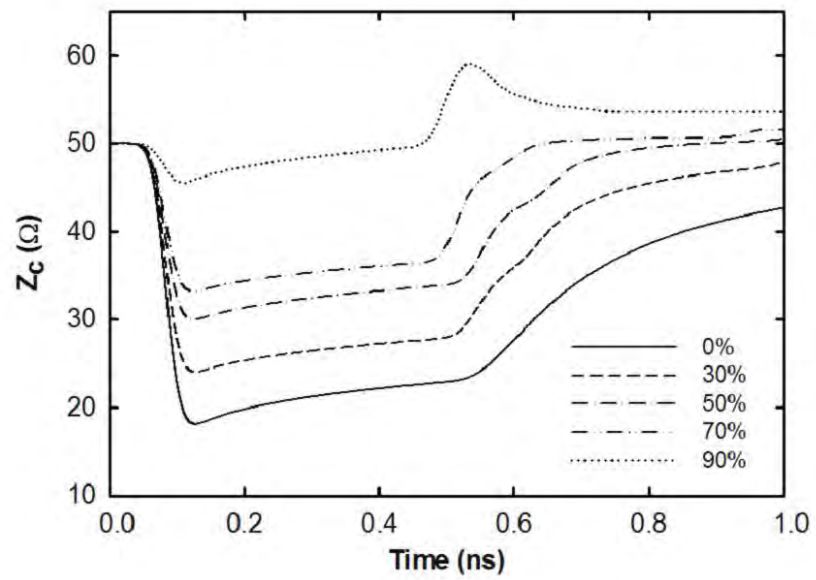


Figure 5. The characteristic impedance of the TSAI with 0% to 90% of windowing.

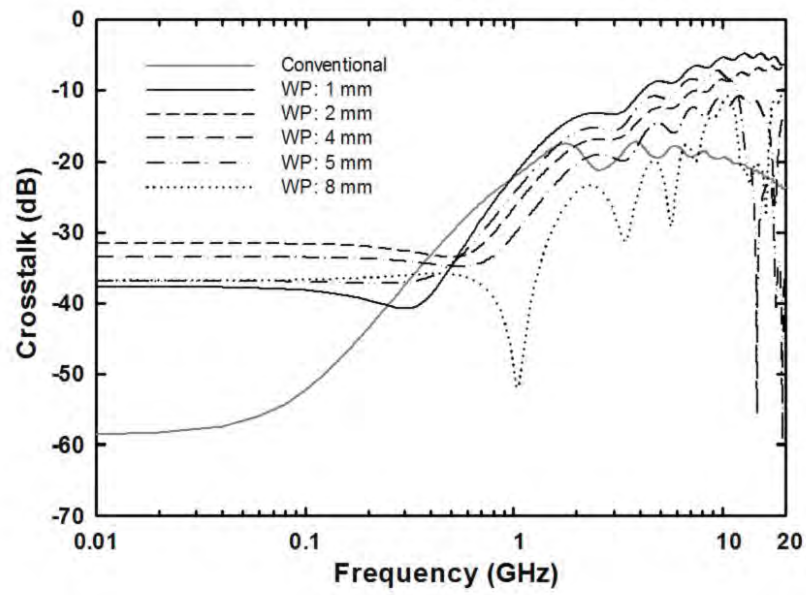


Figure 6. The crosstalk of the 90% windowed TSI with 1-8 mm WP.

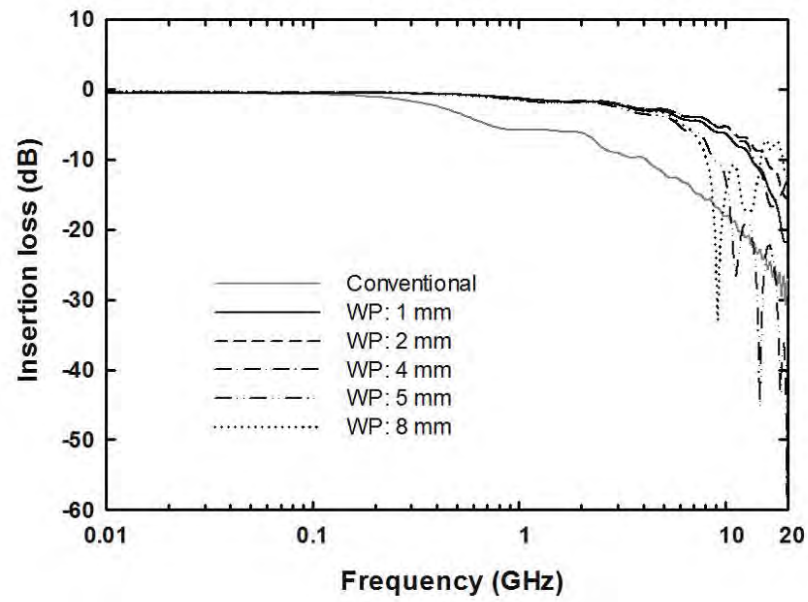


Figure 7. The insertion loss of the 90% windowed TSI with 1-8 mm WP.

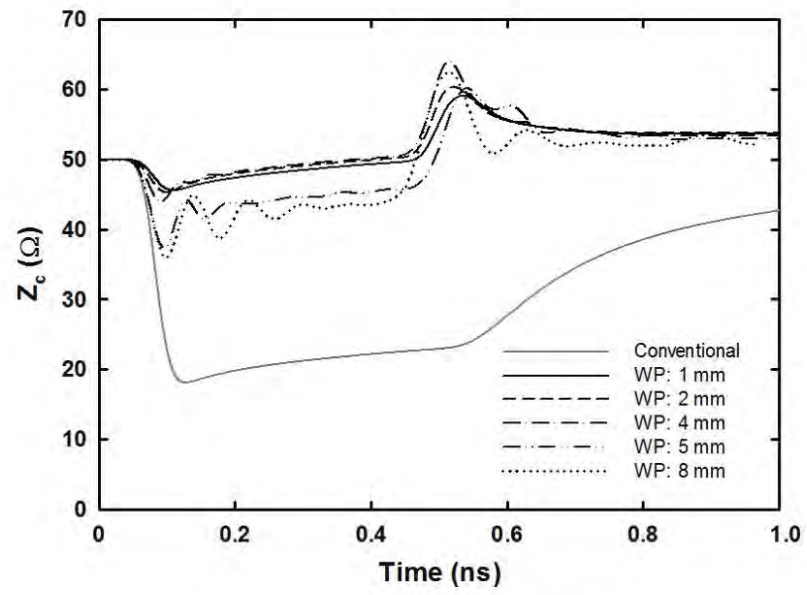


Figure 8. The characteristic impedance of the 90% windowed TSAI with 1-8 mm WP.

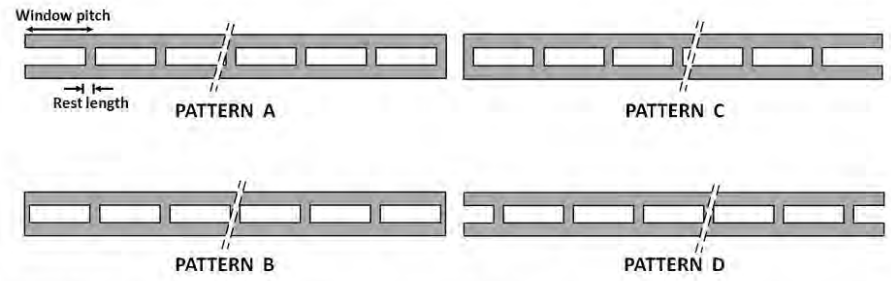


Figure 9. The possible position patterns of windowing: pattern A, B, C and D.

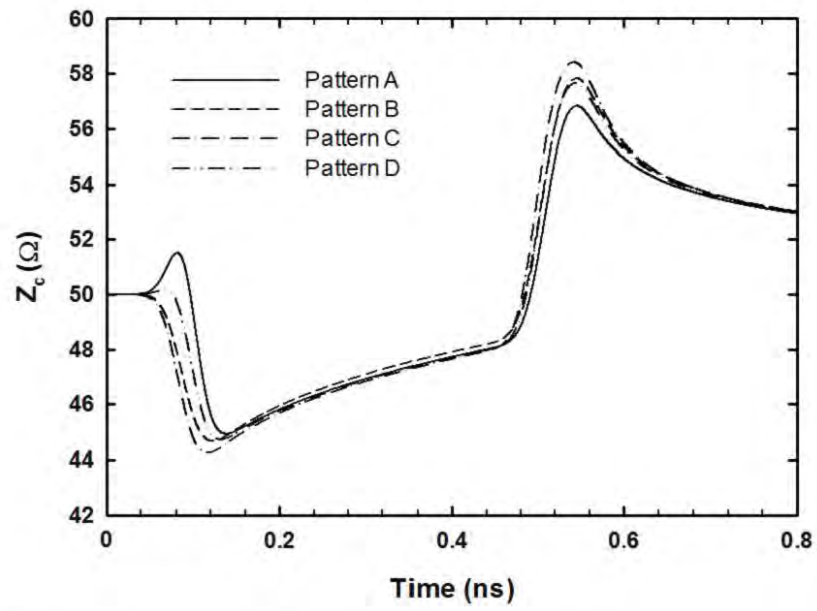


Figure 10. The characteristic impedance of the windowed TSAI with various patterns.

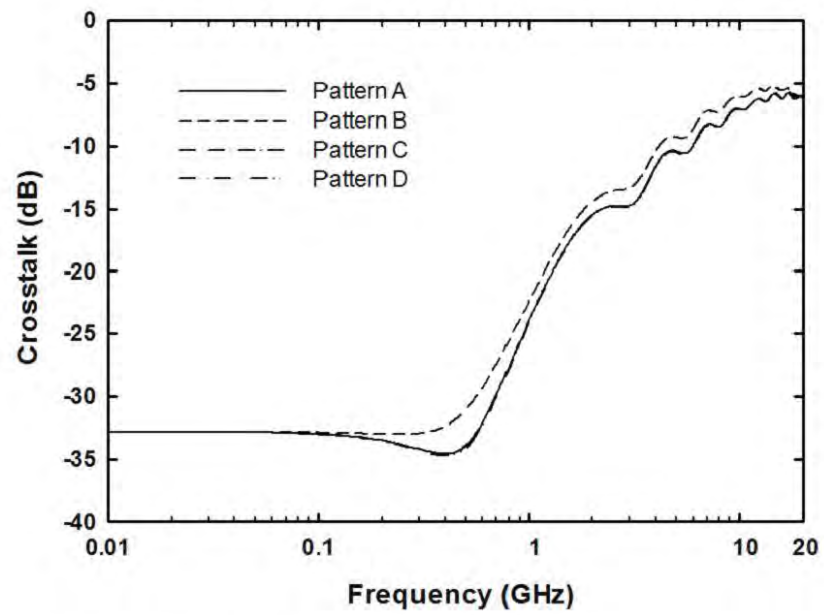


Figure 11. The crosstalk of the TSAI with four possible windowing patterns.

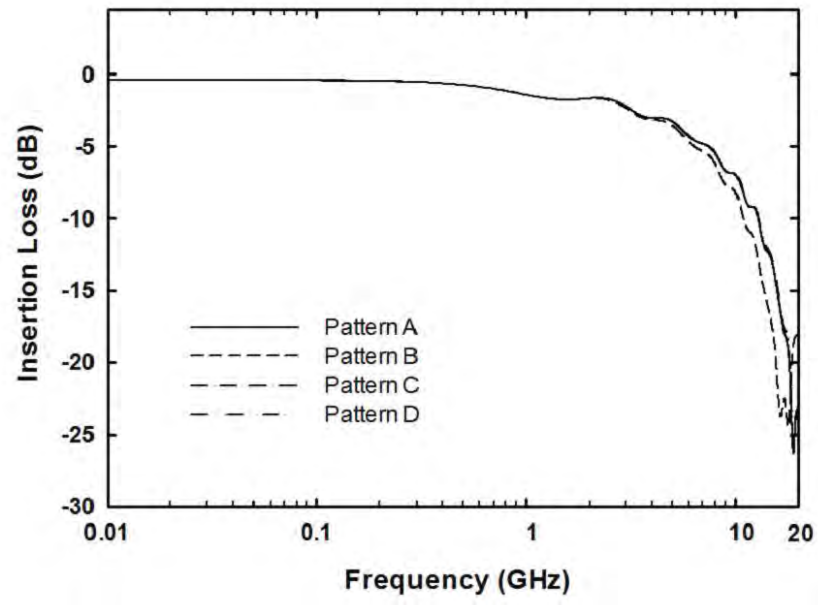


Figure 12. The insertion loss of the windowed TSAI with various patterns.

ผลงานชิ้นที่ 5

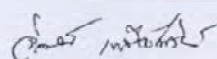
สำเนา		แบบสม / สท / ชลย / อบ 1-11															
		หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า															
 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☒ การประดิษฐ์ ☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ อนุสิทธิบัตรอื่นผ่านพาณิชย์จังหวัด ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542	สำหรับเจ้าหน้าที่ <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>วันรับคำขอ - 7 ต.ย. 2553</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">เลขที่คำขอ 1001000838</td> </tr> <tr> <td>วันยื่นคำขอ 27 พ.ย. 53</td> </tr> <tr> <td colspan="2">สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ประเภทผลิตภัณฑ์</td> </tr> <tr> <td>วันประกาศโฆษณา</td> <td>เลขที่ประกาศโฆษณา</td> </tr> <tr> <td>วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร</td> <td>เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่</td> </tr> </table>		วันรับคำขอ - 7 ต.ย. 2553	เลขที่คำขอ 1001000838	วันยื่นคำขอ 27 พ.ย. 53	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ		ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์		ประเภทผลิตภัณฑ์		วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา	วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	
วันรับคำขอ - 7 ต.ย. 2553	เลขที่คำขอ 1001000838																
วันยื่นคำขอ 27 พ.ย. 53																	
สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ																	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์																	
ประเภทผลิตภัณฑ์																	
วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา																
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร																
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่																	
1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า																	
2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่ ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน																	
3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรทางปัญญา 123 ถ.มิตรภาพ ต.โนนเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002	3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 ที่อยู่หลัก 3.3 โทรศัพท์ 3.4 อีเมลล์																
4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน																	
5. ตัวแทน(ถ้ามี)ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์) นางจิราภรณ์ เหลืองโพธิ์พันธ์ สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรทางปัญญา มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 ชั้น 3 อาคารสถาบันวิจัยและพัฒนา ถ.มิตรภาพ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002	5.1 ตัวแทนเลขที่ 2217 5.2 โทรศัพท์ 0-4336-4409 5.3 โทรสาร 0-4336-4409 5.4 อีเมลล์ ip@kku.ac.th																
6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) 6.1 รองศาสตราจารย์อภิรัฐ ศิริราชวิวัฒน์ ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 6.2 นายกฤษณ โขะคลัง ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002																	
7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบายได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ ☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์คล้ายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ																	

หมายเหตุ: ในกรณีที่ไม่มีอาจะ ระบุรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแบบทำแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมด้วย

แบบสป / สผ / สปป / 001-ก

หน้า 2 ของจำนวน 2 หน้า

8.การยื่นคำขออนุญาตออกวีซ่า/วีซ่า ไม่เคยยื่นที่ใดมาก่อน				
วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการ ประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				
8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย ☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอขึ้นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้				
9.การแสดงผลการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงผลการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด วันแสดง วันเปิดงานแสดง ผู้จัด				
10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ				
10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ		10.2 วันที่ฝากเก็บ		10.3 สถาบันฝากเก็บประเทศ
11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอขึ้นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้จัดทำ เป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอขึ้นเป็นภาษา ☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ				
12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้โอนค้ำประกันค้ำประกันคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ เดือน พ.ศ. ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข ในการประกาศโฆษณา				
13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย			14.เอกสารประกอบคำขอ	
ก. แบบพิมพ์คำขอ 2 หน้า			☐ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	
ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ 5 หน้า			☐ หนังสือรับรองการแสดงผลการประดิษฐ์/การออกแบบ ผลิตภัณฑ์	
ค. ข้อเท็จจริง 1 หน้า			☒ หนังสือมอบอำนาจ	
ง. รูปเขียน 3 รูป 2 หน้า			☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ	
จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์			☐ เอกสารการขอรับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่น คำขอในประเทศไทย	
☐ รูปเขียน รูป หน้า			☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ	
☐ ภาพถ่าย รูป หน้า			☒ เอกสารอื่นๆ	
ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ 1 หน้า				
15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ☒ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน ☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....				
16.ลายมือชื่อ (☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☒ ตัวแทน)				



(นางจิราภรณ์ เหลืองไพโรจน์)

หมายเหตุ บุคคลใดยื่นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยทำการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่
เพื่อไม่ให้ได้แจ้งสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินห้าพันบาทหรือทั้งจำทั้งปรับ

หน้า 1 ของจำนวน 5 หน้า

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

5 สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

วิศวกรรมไฟฟ้าในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (electronic equipment) ที่ใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูล โดยมีการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องให้มีขนาดเล็กลงและเพิ่มความจุข้อมูล จนกระทั่งปัจจุบันนี้สามารถผลิตฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) ขนาด 3.5 นิ้ว ที่มีความจุข้อมูลสูงถึง 2 เทระไบต์ (TeraBytes)

หลักการทำงานของฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) คือ การบันทึกข้อมูลโดยใช้สนามแม่เหล็ก (Magnetic Field) บนวัสดุแม่เหล็กที่เป็นสื่อกลางในการเก็บข้อมูลหรือเรียกว่า "มีเดีย" (Media) การเขียนและอ่านข้อมูลในมีเดีย (media) จะใช้ "หัวบันทึกแม่เหล็ก" (Magnetic Recording Head) ที่ประกอบด้วย หัวเขียนและหัวอ่าน ในการทำหน้าที่แปลงสัญญาณสนามแม่เหล็กในการเขียนและอ่านข้อมูล ซึ่งหัวเขียนและหัวอ่านข้อมูลถูกประกอบรวมกันอยู่ใน "สไลเดอร์" (Slider) โดยมีชิ้นส่วนที่เชื่อมต่อกันระหว่างหัวบันทึกแม่เหล็กกับชุดเพนชั่น (Suspension) เรียกว่า "เฮดกิมบอลแอสเซมบลี" (Head Gimbal Assembly) ซึ่ง เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) จะทำหน้าที่เป็นแขนช่วยยกให้สไลเดอร์ (slider) สามารถเคลื่อนที่ไปมาบนมีเดีย (Media) และยังทำหน้าที่เป็นตัวรับ-ส่งสัญญาณไฟฟ้าในการอ่านและเขียนข้อมูลบนมีเดีย (Media) เนื่องจากมีสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้าวางเรียงกันอยู่ด้านบนของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) อีกด้วย

วิวัฒนาการของหัวบันทึกแม่เหล็ก ในยุคเริ่มแรกหัวบันทึกที่ใช้ยังไม่ได้เป็นหัวบันทึกแม่เหล็กแต่จะเป็นหัวบันทึกแบบขดลวด (Induction Head) ซึ่งต่อมาจึงมีการสร้างหัวบันทึกโดยใช้เทคโนโลยีวัสดุแม่เหล็กขึ้น โดยเป็นหัวบันทึกแบบ "แมกนีโตรีซิสแตนซ์ (Magnetoresistance Head)" ซึ่งอาศัยหลักการของวัสดุแม่เหล็กที่มีคุณสมบัติความต้านทานของแผ่นที่เปลี่ยนแปลงตามสนามแม่เหล็ก จากนั้นก็ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นแบบ "หัวบันทึกไจแอนท์แมกนีโตรีซิสแตนซ์ (Giant Magnetoresistance Head)" และพัฒนามาต่อเนื่องมาจนกระทั่งในปัจจุบันมีการสร้างหัวบันทึกแม่เหล็กแบบ "ทันเนลิงแมกนีโตรีซิสแตนซ์ (Tunneling Magnetoresistance Head; TMR)" และนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบันทึกข้อมูล โดยหัวบันทึกแม่เหล็กแบบทันเนลิงแมกนีโตรีซิสแตนซ์ (Tunneling Magnetoresistance Head; TMR) มีความรู้สีกไว (Susceptibility) ต่อการอ่านสัญญาณแม่เหล็กในแผ่นมีเดีย (media) ได้สูง แต่ความรู้สีกไว

หน้า 2 ของจำนวน 5 หน้า

(Susceptibility) ต่อสนามแม่เหล็กก็มีผลเสียเช่นเดียวกัน ซึ่งทำให้หัวบันทึกแม่เหล็กมีความรู้สึกไวต่อสนามแม่เหล็กในสภาวะแวดล้อมสูงร่วมด้วย เป็นผลให้ประสิทธิภาพของหัวบันทึกแม่เหล็กเกิดการเสื่อมถอยและเสียหายได้ง่าย

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสภาวะแวดล้อม สามารถเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ

5 1. เกิดจากการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านทางวัตถุตัวนำ เช่นการปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Discharge) ผ่านทางสายสัญญาณเข้าสู่หัวบันทึกแม่เหล็ก

2. เกิดจากการแผ่กระจายสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านทางอากาศ เช่น การส่งสัญญาณของเครื่องสื่อสารในย่านความถี่วิทยุ (Radio Frequency) หรือความถี่ไมโครเวฟ (Microwave Frequency)

โดยปรากฏการณ์การเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทั้ง 2 ลักษณะนี้เรียกว่า "การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Interference) " ซึ่งการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านทางวัตถุตัวนำ และที่เกิดจากการแผ่กระจายสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านทางอากาศ จะทำให้เกิดความเสียหายหรือความผิดปกติของหัวบันทึกแม่เหล็ก ซึ่งสามารถพบได้ในช่วงการทดสอบการทำงานของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี หลังจากการผลิต

ซึ่งในปัจจุบัน Chiao และคณะ ได้คิดวิธีแก้ไขการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านวัตถุตัวนำ (สายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า) ขึ้นได้สำเร็จ โดย Chiao และคณะ ได้คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ตามสิทธิบัตรสหรัฐอเมริกาเลขที่ 6,088,235 (เรื่อง: "EMI Noise Cancellation in Disk Drive having MR Read Head and Single-End Preamplifier") ซึ่งเป็นเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) แบบทีเอสเอ (TSA; Trace Suspension Assembly) ที่มีลักษณะตามรูปภาคตัดขวาง (รูปที่ 1) ซึ่งประกอบด้วย สายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) 6 เส้น, ไดอิเล็กทริก (Dielectric) (2) และซัสเพนชัน (Suspension) (3) ซึ่งแต่ละส่วนจะเรียงต่อกันเป็นชั้นๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ด้านบนของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) จะมีสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) ทำจากวัสดุนำไฟฟ้า หน้าที่เป็นทางเชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าให้กับหัวบันทึกแม่เหล็ก (Magnetic recording head) ในการอ่านและเขียนข้อมูล ซึ่งมีจำนวน 6 เส้น วางตัวเชื่อมอยู่ด้านบนของชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric) (2)

25 - ชั้นกลางจะเป็นชั้นไดอิเล็กทริก (2) สร้างจากวัสดุโพลีเมอร์ (Polymer) ที่สามารถอ่อนตัวได้ ทำหน้าที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้า โดยชั้นไดอิเล็กทริก (2) จะเชื่อมอยู่ด้านบนของซัสเพนชัน (Suspension) (3)

- ชั้นล่างสุดเป็นซัสเพนชัน (Suspension) (3) สร้างจากโลหะ ทำหน้าที่เป็นฐานรองรับส่วนประกอบทั้งสองชั้นที่กล่าวมา

หน้า 3 ของจำนวน 5 หน้า

โดยเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ chiao และคณะ ได้ประดิษฐ์ขึ้นนั้น มีการเพิ่มจำนวนสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) เพื่อช่วยหักล้างกระแสเหนี่ยวนำที่จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้าที่ไหลภายในเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ซึ่งจัดเป็นวงจรแบบอ่อนตัว (Flexible Printed Circuits)

- 5 แต่ถึงกระนั้นการประดิษฐ์ดังกล่าวยังมีข้อเสียคือไม่สามารถป้องกันเกิดจากการแผ่กระจายสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านทางอากาศหรือในสภาวะแวดล้อมได้ เนื่องจากลักษณะของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ซึ่งจัดเป็นวงจรอ่อนตัวที่มีโครงสร้างชั้นไดอิเล็กตริกเป็นระนาบเดียวกันนั้น ทำให้ค่าตัวเก็บประจุแฝง (Intrinsic capacitance) ของชั้นไดอิเล็กตริกที่อยู่ระหว่างสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) มีค่าที่สูง ซึ่งส่งผลกระทบทำให้แรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอกที่ถูกส่งมาเก็บไว้ที่ชั้นไดอิเล็กตริกกับสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) นั้นมีปริมาณสูง ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้เกิดความผิดปกติและความเสียหายกับหัวบันทึกแม่เหล็กของฮาร์ดดิสก์ได้

- จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงมีการประดิษฐ์ เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าจากการแพร่กระจายของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในอากาศหรือในสภาวะแวดล้อมขึ้น โดยการทำช่องในชั้นไดอิเล็กตริก (Dielectric) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่อยู่ระหว่างสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า เพื่อลดค่าความจุของตัวเก็บประจุแฝง (intrinsic capacitance) ระหว่างสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอกกับสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) ซึ่งโครงสร้างของเฮดกิมบอลแอสเซมบลีที่นำเสนอใหม่นี้ จะมีความทนทานต่อการรบกวนทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในลักษณะการเหนี่ยวนำระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอกกับสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) ซึ่งจะช่วยลดอัตราการเกิดความผิดปกติและความเสียหายกับหัวบันทึกแม่เหล็กของฮาร์ดดิสก์ในระหว่างการทำงานของเฮดกิมบอลแอสเซมบลีได้ อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ได้อีกทางหนึ่ง

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

- เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk Drive) ซึ่งประกอบด้วย สายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า จำนวน 6 เส้น, ไดอิเล็กตริก (Dielectric) และขั้วเพนชัน (suspension) ซึ่งชั้นไดอิเล็กตริก (Dielectric) จะมีลักษณะเป็นร่อง โดยร่องดังกล่าวจะอยู่ระหว่างสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า

1. ไม่สามารถระบุได้ กรณีที่ผู้ตรวจการฯ ได้ตรวจสอบแล้วพบว่า ผู้ประกอบการมีความเสี่ยงสูงในการดำเนินงาน ผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุง และรายงานผลการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงให้ผู้ตรวจการฯ ทราบต่อไป

หน้า 5 ของจำนวน 5 หน้า

ระหว่าง 10 เมกกะเฮิร์ตซ์ ถึง 6 กิกะเฮิร์ตซ์ และคำนวณค่าแรงดันเหนี่ยวนำตกคร่อมที่ปลายสายทางต้านหัวของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ซึ่งอยู่ใกล้กับหัวบันทึกแม่เหล็ก (Magnetic Recording Head) มากที่สุด

- 5 ผลการเปรียบเทียบการเกิดแรงดันเหนี่ยวนำเมื่อเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายในอากาศระหว่างเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าตามการประดิษฐ์นี้ กับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) แบบทีเอสเอ (TAS; Trace Suspension Assembly) ของ Chiao และคณะ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญดังที่แสดงให้เห็นชัดเจนด้วยกราฟในรูปที่ 3 โดยพบแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าตามการประดิษฐ์นี้ อยู่ระหว่าง 1 ถึง 6 ไมโครโวลต์ ส่วนแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) แบบทีเอสเอ (TAS; Trace Suspension Assembly) อยู่ระหว่าง 10 ถึง 185 ไมโครโวลต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าตามการประดิษฐ์นี้ สามารถลดปริมาณของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในช่วงความถี่จาก 10 เมกกะเฮิร์ตซ์ ถึง 6 กิกะเฮิร์ตซ์ ได้มากกว่า 85%

15 คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงถึงลักษณะภาคตัดขวางของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) แบบ TAS (Trace Suspension Assembly) ของ chiao และคณะ

รูปที่ 2 แสดงถึงลักษณะภาคตัดขวางของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่

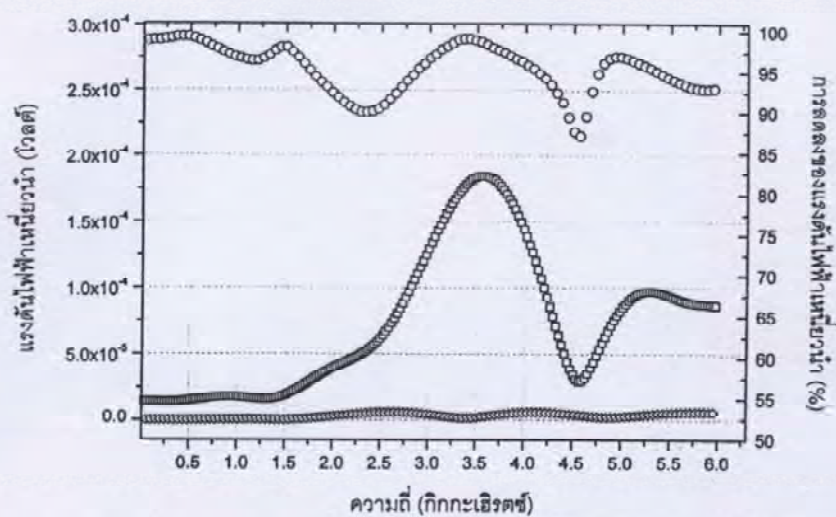
- 20 รูปที่ 3 กราฟเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นบนเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่ กับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) แบบทีเอสเอ (TAS; Trace Suspension Assembly) ของ chiao และคณะ

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

- 25 เหมือนกับที่บรรยายไว้ใน การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

1. วัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ยาเสพติดกับพฤติกรรมเสี่ยงต่อการติดเชื้อ HIV ในกลุ่มประชากรชายฉกรรจ์ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

หน้า 2 ของจำนวน 2 หน้า



- O- การลดลงของแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นหลังใช้เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า ตามการประดิษฐ์นี้ เปรียบเทียบกับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) แบบที่เอชเอสเอ (TAS; Trace Suspension Assembly)
- แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) แบบที่เอชเอสเอ (TAS; Trace Suspension Assembly)
- O- แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำบนเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าตามการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 3

หน้า 1 ของจำนวน 1 หน้า

ข้อเท็จจริง

1. เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วย

- สายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) จำนวน 6 เส้น
- 5 - ไดอิเล็กตริก (Dielectric) (2)
- ชัสเพนชั่น (Suspension) (3)

โดยสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) จำนวน 6 เส้น ทำจากวัสดุนำไฟฟ้า ทำหน้าที่เป็นทางเชื่อมต่อสัญญาณไฟฟ้าให้กับหัวบันทึกแม่เหล็ก (Magnetic recording head) ในการอ่านและเขียนข้อมูล ซึ่งสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) ทั้ง 6 เส้นจะเรียงอยู่ด้านบนของเฮดกิมบอล

- 10 แอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยวางเชื่อมอยู่ด้านบนของไดอิเล็กตริก (Dielectric) (2)

ชั้นกลางของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า จะเป็นไดอิเล็กตริก (Dielectric) (2) สร้างจากวัสดุพอลิเมอร์ (Polymer) ที่สามารถขึ้นตัวได้ ทำหน้าที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้า โดยด้านบนของไดอิเล็กตริก (Dielectric) (2)

- 15 จะรองรับสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) และด้านล่างของไดอิเล็กตริก (Dielectric) (2) จะวางอยู่บนชัสเพนชั่น (Suspension) (3)

ชั้นล่างสุดของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า จะเป็นชัสเพนชั่น (Suspension) (3) สร้างจากโลหะสแตนเลส (Stainless steel) ทำหน้าที่เป็นฐานรองรับส่วนประกอบของสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1) และ

- 20 ไดอิเล็กตริก (Dielectric) (2)

ซึ่งมีลักษณะพิเศษ คือ ไดอิเล็กตริก (Dielectric) (2) มีลักษณะเป็นร่อง โดยร่องดังกล่าวจะอยู่ระหว่างสายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า (1)

หน้า 1 ของจำนวน 1 หน้า

บทสรุปการประดิษฐ์

เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดผลกระทบจากการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk Drive) ซึ่งประกอบด้วย สายตัวนำสัญญาณไฟฟ้า จำนวน 6 เส้น, ไดอิเล็กตริก (Dielectric) และซัสเพนชัน (suspension) เรียงต่อกัน
5 เป็นชั้นๆ โดยไดอิเล็กตริก (Dielectric) จะมีลักษณะเป็นร่อง ทำให้เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) สามารถทนต่อการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสิ่งแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้น

ผลงานชิ้นที่ 6

แบบสป / สผ / อสป / 001-ก

หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร		สำหรับเจ้าหน้าที่	
☒ การประดิษฐ์ ☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ อนุสิทธิบัตร		วันรับคำขอ 16 พ.ย. 2554 เลขที่คำขอ 1101003152	เลขที่คำขอ 1101003152
ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542		สังกัดกรมเจ้าพนักงานการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์		วันที่ประกาศโฆษณา เลขที่ประกาศโฆษณา	
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร		ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	
1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ (Head gimbal assembly) ที่ลดการเกิดปรากฏการณ์คู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างสายตัวนำทางไฟฟ้า			
2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่ ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน			
3. ผู้รับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 ถนนมิตรภาพ ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002		3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 0-4320-2222-41 3.3 โทรสาร - 3.4 อีเมล -	
4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น			
5. ตัวแทน(ถ้ามี)ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์) นางจิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์ สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรทางปัญญา 123 มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น ประเทศไทย 40002		5.1 ตัวแทนเลขที่ 2217 5.2 โทรศัพท์ 0-4336-4409 5.3 โทรสาร 0-4336-4409 5.4 อีเมล ip@kku.ac.th	
6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) 6.1 รองศาสตราจารย์อภิรัฐ ศิริธราธิวัตร ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002 6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัครม แก้วระวีง ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002 6.3 นายกฤษดา ประทุมราสี ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002			
7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบายได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ ☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ			

หมายเหตุ: ในกรณีที่ไม่มีอาจะรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

แบบสป / สผ / อสป / 001-ก

หน้า 1 ของจำนวน 2 หน้า

 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร		สำหรับเจ้าหน้าที่	
☒ การประดิษฐ์ ☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ อนุสิทธิบัตร		วันรับคำขอ 16 พ.ย. 2554 เลขที่คำขอ 1101003152	เลขที่คำขอ 1101003152
ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542		สังกัดกรม/สำนักการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	
ใช้กับแบบผลิตภัณฑ์ ประเภทผลิตภัณฑ์		วันที่ประกาศโฆษณา เลขที่ประกาศโฆษณา	
วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร		ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่	
1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ (Head gimbal assembly) ที่ลดการเกิดปรากฏการณ์คู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างสายตัวนำทางไฟฟ้า			
2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่ ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน			
3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 ถนนมิตรภาพ ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002		3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 0-4320-2222-41 3.3 โทรสาร - 3.4 อีเมล -	
4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น			
5. ตัวแทน(ถ้ามี)ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์) นางจิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์ สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรทางปัญญา 123 มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น ประเทศไทย 40002		5.1 ตัวแทนเลขที่ 2217 5.2 โทรศัพท์ 0-4336-4409 5.3 โทรสาร 0-4336-4409 5.4 อีเมล ip@kku.ac.th	
6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) 6.1 รองศาสตราจารย์อภิรัฐ ศิริธราธิวัตร ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002 6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัครม แก้วระวีง ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002 6.3 นายกฤษดา ประทุมราสี ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002			
7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ ☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ			

หมายเหตุ: ในกรณีที่ไม่มีอาจะรายละเอียดได้ครบถ้วน ให้จัดทำเป็นเอกสารแนบท้ายแบบพิมพ์นี้โดยระบุหมายเลขกำกับข้อและหัวข้อที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมดังกล่าวด้วย

แบบ สป/สผ/อสป/003-ก



สำหรับเจ้าหน้าที่

คำขอที่

รับวันที่

คำขอแก้ไขเพิ่มเติมคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร

คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร เลขที่1101003152.....

วันยื่นคำขอ 10 พฤศจิกายน 2554

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ ...อุปกรณ์ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ (Head gimbal assembly) ที่ลดการเกิดปรากฏการณ์คู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างสายตัวนำไฟฟ้า...

ชื่อผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ...1.มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2.สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ข้อ 1. ข้าพเจ้านางจิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์..... อยู่บ้านเลขที่123.....ถนน..
 มีตรภาพ.....สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรสิ่งแวดล้อม..... มหาวิทยาลัยขอนแก่น..... ตำบล/แขวง
 ในเมือง.....อำเภอ/เขตเมือง..... จังหวัดขอนแก่น โทรศัพท์0-4336-4409 ...
 ซึ่งเป็นผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรหรือตัวแทนของผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรที่ระบุข้างต้น ขอแก้ไขเพิ่มเติม
 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรดังกล่าว ดังมีรายละเอียดตามที่แนบมาพร้อมนี้

ข้อ 2.ข้าพเจ้าขอยืนยันว่าการแก้ไขเพิ่มเติมนี้เป็นไปตามมาตรา 20 แห่งพระราชบัญญัติ
 สิทธิบัตร พ.ศ. 2522 กล่าวคือ ไม่เป็นการเพิ่มเติมสาระสำคัญของการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์

วันที่ 8 เดือน ธันวาคม..... พ.ศ.2554.....

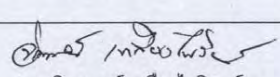
ลายมือชื่อ

(.....นางจิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์.....)

หมายเหตุ ให้ขีดข้อความที่ไม่ใช่ออก

 คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร		สำหรับเจ้าหน้าที่	
		วันรับคำขอ	เลขที่คำขอ
☒ การประดิษฐ์ - ☐ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ☐ อนุสิทธิบัตร		วันยื่นคำขอ	
ข้าพเจ้าผู้ลงลายมือชื่อในคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ตามพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 2) พ.ศ 2535 และ พระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ 2542		สังกัดกรมเจ้าพนักงานการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ ใช้งบแบบผลิตภัณฑ์ - ประเภทผลิตภัณฑ์	
		วันประกาศโฆษณา	เลขที่ประกาศโฆษณา
		วันออกสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร	เลขที่สิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร
ลายมือชื่อเจ้าหน้าที่			
1. ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ (Head gimbal assembly) ที่ลดการเกิดปรากฏการณ์คู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างสายตัวนำทางไฟฟ้า			
2. คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้เป็นคำขอสำหรับแบบผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกันและเป็นคำขอลำดับที่ ในจำนวน คำขอ ที่ยื่นในคราวเดียวกัน			
3. ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) 3.1 มหาวิทยาลัยขอนแก่น 123 ถนนมิตรภาพ ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002 3.2 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 979/17-21 อาคารเอส เอ็ม ทาวเวอร์ ชั้น 14 ถ.พหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400		3.1 สัญชาติ ไทย 3.2 โทรศัพท์ 0-4320-2222-41 3.3 โทรสาร - 3.4 อีเมล -	
4. สิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบ ☒ ผู้รับโอน ☐ ผู้ขอรับสิทธิโดยเหตุอื่น			
5. ตัวแทน(ถ้ามี)ที่อยู่ (เลขที่ ถนน จังหวัด รหัสไปรษณีย์) นางจิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์ สำนักงานบริหารจัดการทรัพยากรทางปัญญา 123 มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ.ขอนแก่น ประเทศไทย 40002		5.1 ตัวแทนเลขที่ 2217 5.2 โทรศัพท์ 0-4336-4409 5.3 โทรสาร 0-4336-4409 5.4 อีเมล ip@kku.ac.th	
6. ผู้ประดิษฐ์/ผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ และที่อยู่ (เลขที่ ถนน ประเทศ) 6.1 รองศาสตราจารย์อภิรัฐ ศิริธราธิวัตร ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002 6.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์อาคม แก้วระวีง ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002 6.3 นายกฤษดา ประมุขราศรี ที่อยู่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ต.ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40002			
7. คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิม ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้ถือว่าได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ ในวันเดียวกับคำขอรับสิทธิบัตร เลขที่ วันยื่น เพราะคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้แยกจากหรือเกี่ยวข้องกับคำขอเดิมเพราะ ☐ คำขอเดิมมีการประดิษฐ์หลายอย่าง ☐ ถูกคัดค้านเนื่องจากผู้ขอไม่มีสิทธิ ☐ ขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ			

หมายเหตุ ใบกรณี้ที่ไปขอจดทะเบียนแล้วจะต้องยื่นให้ด้วยภายในกำหนดเวลาที่กำหนดไว้

วันยื่นคำขอ	เลขที่คำขอ	ประเทศ	สัญลักษณ์จำแนกการประดิษฐ์ระหว่างประเทศ	สถานะคำขอ
8.1				
8.2				
8.3				
8.4 ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอสิทธิให้ถือว่าได้ยื่นคำขอนี้ในวันที่ได้ยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรในต่างประเทศเป็นครั้งแรกโดย ☐ ได้ยื่นเอกสารหลักฐานพร้อมคำขอนี้ ☐ ขอยื่นเอกสารหลักฐานหลังจากวันยื่นคำขอนี้				
9.การแสดงผลการประดิษฐ์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรได้แสดงผลการประดิษฐ์ที่หน่วยงานของรัฐเป็นผู้จัด วันแสดง _____ วันเปิดงานแสดง _____ ผู้จัด _____				
10.การประดิษฐ์เกี่ยวกับจุลชีพ				
10.1 เลขทะเบียนฝากเก็บ	10.2 วันที่ฝากเก็บ	10.3 สถาบันฝากเก็บ/ประเทศ		
11.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอยื่นเอกสารภาษาต่างประเทศก่อนในวันยื่นคำขอนี้ และจะจัดยื่นคำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ที่จัดทำเป็นภาษาไทยภายใน 90 วัน นับจากวันยื่นคำขอนี้ โดยขอยื่นเป็นภาษา ☐ อังกฤษ ☐ ฝรั่งเศส ☐ เยอรมัน ☐ ญี่ปุ่น ☐ อื่นๆ				
12.ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ขอให้อธิบดีประกาศโฆษณาคำขอรับสิทธิบัตร หรือรับจดทะเบียน และประกาศโฆษณาอนุสิทธิบัตรนี้ หลังจากวันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____ ☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรขอให้ใช้รูปเขียนหมายเลข _____ ในการประกาศโฆษณา				
13.คำขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตรนี้ประกอบด้วย ก. แบบพิมพ์คำขอ 2 หน้า ข. รายละเอียดการประดิษฐ์ หรือคำพรรณนาแบบผลิตภัณฑ์ 8 หน้า ค. ข้อถ้อยสิทธิ 2 หน้า ง. รูปเขียน 7 รูป 3 หน้า จ. ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์ ☐ รูปเขียน รูป หน้า ☐ ภาพถ่าย รูป หน้า ฉ. บทสรุปการประดิษฐ์ 1 หน้า		14.เอกสารประกอบคำขอ ☐ เอกสารแสดงสิทธิในการขอรับสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร ☐ หนังสือรับรองการแสดงผลการประดิษฐ์/การออกแบบผลิตภัณฑ์ ☒ หนังสือมอบอำนาจ ☐ เอกสารรายละเอียดเกี่ยวกับจุลชีพ ☐ เอกสารการขอรับวันยื่นคำขอในต่างประเทศเป็นวันยื่นคำขอในประเทศไทย ☐ เอกสารขอเปลี่ยนแปลงประเภทของสิทธิ ☐ เอกสารอื่นๆ		
15. ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ☒ การประดิษฐ์นี้ไม่เคยยื่นขอรับสิทธิบัตร/ อนุสิทธิบัตรมาก่อน ☐ การประดิษฐ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงมาจาก.....				
16.ลายมือชื่อ (☐ ผู้ขอรับสิทธิบัตร / อนุสิทธิบัตร; ☒ ตัวแทน)  (นางจิราภรณ์ เหลืองไพรินทร์)				

หมายเหตุ: บุคคลที่เป็นขอรับสิทธิบัตรการประดิษฐ์หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรืออนุสิทธิบัตร โดยการแสดงข้อความอันเป็นเท็จแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ได้ สิทธิบัตรโดยผิดกฎหมายนั้นจะถือว่า กระทำความผิดอาญาอันเป็นเหตุสืบเนื่องต่อไปเป็นกรณีหนึ่งจนอาจถือว่าผิดทั้งผิด

หน้า...ของจำนวน...หน้า

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

อุปกรณ์ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์สำหรับลดผลกระทบจากปรากฏการณ์การคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างสายตัวนำทางไฟฟ้า

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

วิศวกรรมไฟฟ้าในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ลดกำลังของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้า

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลโดยอาศัยหลักการทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยพื้นฐานแล้วประกอบไปด้วย ฐานรอง แผ่นจานแม่เหล็ก ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูล สปินเดิลมอเตอร์ (spindle motor) ทำหน้าที่หมุนแผ่นจานแม่เหล็ก แฉกวงจรพีซีบีเอ (PCBA) สำหรับควบคุมการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ในตัวฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เฮดสแตคแอสเซมบลี (head stack assembly) ซึ่งประกอบไปด้วยเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) วางเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ โดยเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) แต่ละตัวประกอบไปด้วย สายนำสัญญาณ หัวบันทึกซึ่งประกอบไปด้วยหัวอ่านและหัวเขียน และซิลเพนชั่น (suspension) ทำหน้าที่สำหรับรองรับหัวบันทึกที่ถูกติดและเชื่อมต่อทางไฟฟ้ากับสายนำสัญญาณ

สายนำสัญญาณที่เป็นส่วนประกอบของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ถูกใช้เป็นตัวกลางสำหรับส่งผ่านสัญญาณข้อมูลระหว่างหัวบันทึกแม่เหล็ก (magnetic recording head) และส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของวงจรอ่านและเขียน (Read/Write module) โดยพื้นฐานแล้วสายนำสัญญาณ ประกอบไปด้วยสายตัวนำทางไฟฟ้าจำนวน 4 เส้นคือ สายเขียน 1 คู่ และสายอ่าน 1 คู่ ในการใช้งานนั้นคู่สายเขียนใช้สำหรับการส่งผ่านสัญญาณเขียนจากตัวขับหัวเขียนที่อยู่ในส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของวงจรอ่านและเขียนไปยังหัวเขียนจากนั้นหัวเขียนทำการเขียนสัญญาณข้อมูลลงบนแผ่นจานแม่เหล็ก ในทำนองเดียวกันคู่สายอ่านใช้สำหรับส่งผ่านสัญญาณข้อมูลที่หัวอ่านอ่านได้จากแผ่นจานแม่เหล็กไปยังตัวขยายสัญญาณซึ่งอยู่ในส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของวงจรอ่านและเขียน

ในปัจจุบันจำนวนของสายนำสัญญาณของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เส้นหนึ่งๆ มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหัวบันทึก ส่งผลให้ระยะห่างระหว่างสายนำสัญญาณแต่ละเส้นใกล้ชิดกันมากขึ้น ก่อให้เกิดการรบกวนของสัญญาณข้อมูลบนของบนสายนำสัญญาณเพิ่มสูงขึ้นมากเมื่อเทียบกับฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในอดีต ทำให้ปรากฏการณ์แทรกข้าม (crosstalk) หรือเรียกอีกอย่างว่า การคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic coupling) มีอิทธิพลต่อเสถียรภาพของหัวบันทึกมากขึ้น

ปรากฏการณ์แทรกข้ามคือปรากฏการณ์ที่สัญญาณไฟฟ้าจากวงจรหนึ่งคู่ควบไปยังวงจรใกล้เคียง ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้น ปรากฏการณ์นี้สามารถเกิดขึ้นได้บนสายเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ทั้งในขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพหัวบันทึกซึ่งเป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของหัวบันทึกก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นฮาร์ดดิสก์ที่สมบูรณ์ หรือแม้กระทั่งในฮาร์ดดิสก์ที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์แล้ว ปรากฏการณ์แทรกข้ามอาจส่งผลให้สัญญาณข้อมูลที่อ่านมาได้จากแผ่นบันทึกข้อมูลนั้นผิดพลาด หรือกรณีที่ร้ายแรงที่สุดอาจถึงขั้นทำให้หัวบันทึกเกิดความเสียหายได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพการทำงานของฮาร์ดดิสก์

วิธีการที่ง่ายที่สุดในการลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าในเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) สามารถทำได้โดยการเพิ่มระยะห่างระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่าน ซึ่งเป็นการทำให้ความต่างศักย์เหนี่ยวนำและ

หน้า...ของจำนวน...หน้า

กระแสเหนี่ยวนำที่เกิดจากการคู่ควบแบบตัวเก็บประจุและแบบเหนี่ยวนำระหว่างคู่สายทั้งสองลดต่ำลง แต่การเพิ่มระยะห่างนี้สามารถเพิ่มได้ถึงระดับหนึ่งเท่านั้น เมื่อถึงระยะหนึ่งการลดต่ำลงของระดับความต่างศักย์เหนี่ยวนำและกระแสเหนี่ยวนำระหว่างสายทั้งสองเส้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อเทียบกับระยะห่างระหว่างสายที่เพิ่มขึ้น

วิธีการลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการใช้โลหะห่อหุ้มรอบสายนำสัญญาณ (Zero cross-talk signal line design) สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกาเลขที่ 6,444,922 วิธีการนี้เป็นการสร้างโลหะห่อหุ้มรอบสายนำสัญญาณ (signal line) ทุกเส้น เพื่อป้องกันการแพร่ของพลังงาน (radiating energy) จากวงจรที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณคู่ควบ (aggressor) ไปยังวงจรเหยื่อ (victim) ซึ่งวิธีการนี้มีต้นทุนการผลิตที่สูง เนื่องจากต้องใช้โลหะห่อหุ้มสายนำสัญญาณทุกเส้นตลอดช่วงความยาวสาย รวมไปถึงขนาดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนที่จะถูกห่อหุ้มด้วยโลหะ ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly)

วิธีการลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการเพิ่มสายตัวนำทางไฟฟ้า (Magnetic head slider supporting device including conductor for reducing crosstalk between lines) สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกาเลขที่ 7,609,482 วิธีการนี้เป็นการเพิ่มสายตัวนำจำนวนสองเส้นเพื่อสร้างความต้านทานแฝง (parasitic capacitance) สำหรับลดความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นระหว่างสายอ่าน + และ - จากการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าจากสัญญาณเขียน ซึ่งวิธีการเพิ่มสายตัวนำนี้ทำให้ระยะห่างระหว่างสายตัวนำแต่ละเส้นวางตัวชิดกันมาก อาจส่งผลให้ขั้นตอนการประกอบสายนำสัญญาณกับหัวบันทึกซับซ้อนขึ้น

วิธีการลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนแนวการวางตัวของคู่สาย (Crosstalk reduction in Electrical interconnects using differential signaling) สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกาเลขที่ 7,939,930 วิธีการนี้เป็นการนำคู่สายนำสัญญาณที่ทำงานในโหมดผลต่าง (differential mode) เปลี่ยนแนวของการวางคู่สาย โดยใช้หลักการการหักล้างกันจากแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนอันเนื่องมาจากการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้า แต่วิธีการนี้ถูกนำเสนอในโครงสร้างสายนำสัญญาณแบบสตริบ (strip) ซึ่งโครงสร้างสายเฮดกิมบอลแอสเซมบลีเป็นแบบไมโครสตริบ (microstrip) และจำเป็นต้องเพิ่มความหนาของชั้นไดอิเล็กตริก (dielectric) และขั้นตอนการสร้างมีความซับซ้อนขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

วิธีการลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการเปลี่ยนแนวการวางตัวของคู่สาย (Disc drive suspension including a wired flexure with conductors arranged to reduced crosstalk) สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกาเลขที่ 7,092,215 วิธีการนี้คล้ายคลึงกับวิธีการก่อนหน้านี้คือ การใช้หลักการการหักล้างกันจากแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนอันเนื่องมาจากการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้า และถูกนำเสนอสำหรับลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าบนสายเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) โดยตรง แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้จำเป็นต้องเพิ่มความหนาของชั้นไดอิเล็กตริก (dielectric) และขั้นตอนในการสร้างมีความซับซ้อนขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

วิธีการลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าโดยเพิ่มวงจรการหักล้างการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าจากวงจรเขียนไปยังวงจรอ่าน (Method for active cancellation of write-to-read crosstalk) สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกาเลขที่ 7,595,949 วิธีการนี้เป็นการเพิ่มวงจรคัปเปิลฟิลเตอร์ (coupled filter) เพื่อที่จะรับสัญญาณเขียนซึ่งเป็นสัญญาณที่จะคู่ควบไปยังวงจรเขียนและนำสัญญาณดังกล่าวผ่านวงจรปรับขนาด วงจรรับเฟส วงจรอินเวอร์เตอร์ (inverter) และสุดท้ายผ่านวงจรมิกเซอร์ (mixer) เพื่อรวมสัญญาณดังกล่าวเข้ากับสัญญาณที่ถูกคู่ควบบนวงจรอ่าน เพื่อให้สัญญาณทั้งสองทำการหักล้างกันเอง เนื่องจากวิธีการนี้มีการเพิ่มวงจรต่างๆเข้ามา ทำให้ในการใช้งานจริง เวลาที่ใช้ในการเดินทางของสัญญาณทั้งสองไปยังวงจรมิกเซอร์มีความเป็นไปได้ที่จะคลาดเคลื่อนกัน ทำให้การหักล้างกันของทั้งสองสัญญาณคงเหลืออยู่

หน้า...ของจำนวน...หน้า

จากวิธีการข้างต้นจะเห็นได้ว่าวิธีการลดปรากฏการณ์การคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าในปัจจุบัน บางวิธีไม่เหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) บางวิธีเป็นการเพิ่มขึ้นขั้นตอนการประกอบให้มีความยุ่งยากซับซ้อนขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสูงขึ้น การประดิษฐ์นี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอโครงสร้างของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่สามารถลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างวงจรถ่ายเขียนและวงจรถ่ายอ่านให้ต่ำลงด้วยวิธีการเดิมและเจาะวัสดุชั้นซัสเพนชัน โดยวิธีการนี้ไม่ส่งผลกระทบต่อขั้นตอนการประกอบเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) จึงไม่เป็นการทำให้ขั้นตอนการประกอบมีความยุ่งยากซับซ้อนขึ้น

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

สายตัวนำทางไฟฟ้าของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ถูกใช้เป็นตัวกลางสำหรับส่งผ่านสัญญาณข้อมูลระหว่างหัวบันทึกและส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของวงจรถ่ายอ่านและเขียน โดยปกติแล้วเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) สามารถแบ่งตามรูปร่างทางกายภาพของสายนำสัญญาณได้เป็นสี่ส่วน คือ ส่วนต้นสาย ส่วนตรง ส่วนคดโค้งและส่วนปลายสาย โดยแต่ละส่วนประกอบไปด้วยชั้นซัสเพนชัน (suspension) ซึ่งเป็นชั้นล่างสุด ถัดขึ้นมาคือชั้นไดอิเล็กทริก (dielectric) และชั้นตัวนำทางไฟฟ้าอยู่ชั้นบนสุด

การประดิษฐ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ถูกใช้อยู่ในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สามารถลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่านต่ำลงด้วยวิธีการเดิมและเจาะวัสดุชั้นซัสเพนชัน (suspension) ซึ่งเป็นการช่วยลดโอกาสการเกิดความผิดพลาดของผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวบันทึกในขั้นตอนการทดสอบ หรือลดความเสี่ยงที่จะทำให้หัวบันทึกเกิดความเสียหายทั้งในขั้นตอนการทดสอบและในขั้นตอนการทำงานจริงอันเนื่องมาจากการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยสายนำสัญญาณของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ในการประดิษฐ์นี้มีประสิทธิภาพในการลดกำลังของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ปลายคู่สายอ่านฝั่งหัวบันทึกอันเนื่องมาจากการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าสูงมากที่สุด 27.82 dB หรือคิดเป็น 605 เท่าที่ความถี่ 156 เมกะเฮิรตซ์

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ภาพตัดขวางของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่านในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ประกอบไปด้วยชั้นวัสดุจำนวน 3 ชั้นเช่นเดียวกับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เดิมที่ใช้อยู่ในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในปัจจุบัน ได้แก่ชั้นสายตัวนำทางไฟฟ้า(1) ทำมาจากวัสดุจำพวกทองแดง มีจำนวน 6 เส้น ชั้นไดอิเล็กทริก(2) ทำมาจากวัสดุประเภทโพลีอิมได์ (polyimide) หรือแคปตัน (kapton) และชั้นซัสเพนชัน (suspension) (3) ทำหน้าที่รองรับชั้นตัวนำทางไฟฟ้า(1) และชั้นไดอิเล็กทริก (dielectric) (2) ทำมาจากสแตนเลสสตีล (stainless steel)

รูปร่างลักษณะชั้นซัสเพนชัน (suspension) (3) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันถูกแสดงตามรูปที่ 2 โดยเมื่อทำการแบ่งชั้นซัสเพนชัน (suspension) ออกเป็นส่วนย่อยโดยการพิจารณาตามรูปร่างทางกายภาพของสายตัวนำทางไฟฟ้า สามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนต้นสาย (4) ส่วนตรง (5) ส่วนโค้งงอ (6) และส่วนปลายสาย (7)

ในการประดิษฐ์นี้ ชั้นซัสเพนชัน (suspension) (3) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ถูกออกแบบใหม่ให้มีลักษณะต่างจากเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เดิมที่ใช้ในปัจจุบันด้วยวิธีการเดิมและเจาะวัสดุ เป็นผลให้เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) สามารถลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้า

หน้า...ของจำนวน...หน้า

ลดต่ำลง โดยรูปร่างลักษณะชั้นขั้วเพนชั้น (suspension) (3) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่านในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ถูกแสดงตามรูปที่ 3

ข้างถึงรูปที่ 4 แสดงชั้นขั้วเพนชั้น (suspension) ของส่วนต้นสาย (4) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ในการประดิษฐ์นี้ โดยมีลักษณะเป็นสแตนเลสสตีล (stainless steel) แบบระบายเต็ม และมีรู (8) บริเวณใต้แพดทุกแพด เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานได้จริงในขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และมีรู (9) เพื่อใช้ในส่วนของการประกอบเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เป็นเฮดสแตคแอสเซมบลี (head stack assembly)

ตามรูปที่ 5 ชั้นขั้วเพนชั้นของส่วนตรง (suspension) (5) มีลักษณะเป็นแบบระบายเต็มและมีวัสดุเป็นสแตนเลสสตีล (stainless steel) โดยปราศจากรูใดๆ ได้สายตัวนำทางไฟฟ้า มีรู (9) และควิบ (10) เพื่อใช้ในส่วนของการประกอบเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ไปเป็นเฮดสแตคแอสเซมบลี (head stack assembly)

ตามรูปที่ 6 ชั้นขั้วเพนชั้น (suspension) ของส่วนคดโค้ง (6) ประกอบไปด้วยสองส่วนหลัก ส่วนแรกเป็นส่วนก้างปลา (11) และส่วนที่สองเป็นส่วนระบายเต็ม (12) โดยส่วนก้างปลา (11) จะอยู่บริเวณใต้สายตัวนำทางไฟฟ้าที่มีรูปร่างโค้งโดยบริเวณก้างปลา (11) นี้มีการเติมสแตนเลสสตีล (stainless steel) เพิ่มขึ้นจากเดิม 25%

ตามรูปที่ 7 ชั้นขั้วเพนชั้น (suspension) ของส่วนปลายสาย (7) มีลักษณะเป็นแบบระบายเต็ม โดยมีวัสดุเป็นสแตนเลสสตีล (stainless steel) และมีการเจาะรูรูปตัวยู (U) (13) รอบๆ บริเวณใต้ตำแหน่งที่วางหัวบันทึก (14) เพื่อให้สามารถดัดงอให้หัวเขียนและหัวอ่านอยู่ใกล้กับแผ่นจานแม่เหล็กมากที่สุด ซึ่งคิดเป็นการเจาะเอาวัสดุออกเป็น 2.6 % ของพื้นที่ระบายเต็มของชั้นขั้วเพนชั้น (suspension) ของส่วนปลายสาย (7)

การคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่านบนเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) สามารถใช้พารามิเตอร์เอส (S-parameters) เป็นตัวบ่งชี้ได้ ซึ่งมีนิยามเป็น $S_{ij} = 20 \log_{10} (V_i / V_j)$ โดย S_{ij} คือระดับการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่าน มีหน่วยเป็นเดซิเบล (decibel, dB) V_i คือแรงดันที่ตำแหน่งปลายสายฝั่งหัวบันทึกของคู่สายอ่านเนื่องจากการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้า V_j คือแรงดันจากแหล่งจ่ายที่ป้อนเข้ายังตำแหน่งต้นสาย (ฝั่งส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของวงจรอ่านและเขียน) ของคู่สายเขียน

เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เดิมที่ใช้ในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในปัจจุบัน และเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ในการประดิษฐ์นี้ถูกจำลองเป็นแบบจำลองสามมิติ และใช้โปรแกรมซีเอสที ไมโครเวฟ สตูดิโอ (CST Microwave studio) ในการจำลองการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าของสัญญาณเขียนจากคู่สายเขียนไปยังคู่สายอ่านที่ย่านความถี่ 0.01 – 1 กิกะเฮิรตซ์ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของหัวบันทึกแม่เหล็กทางในปฏิบัติ โดยผลการเปรียบเทียบการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่านของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เดิมที่ใช้ในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในปัจจุบัน กับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ในการประดิษฐ์นี้ถูกแสดงในรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่าเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ในการประดิษฐ์นี้ สามารถลดกำลังของสัญญาณที่เกิดจากการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าบนคู่สายอ่านลงได้มากที่สุด 27.82 dB หรือคิดเป็น 605 เท่าที่ความถี่ 156 เมกกะเฮิรตซ์

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงภาพตัดขวางของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เดิมและเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ในการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 2 แสดงถึงโครงสร้างเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เดิมที่ใช้ในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในปัจจุบัน

หน้า...ของจำนวน...หน้า

รูปที่ 3 แสดงถึงโครงสร้างเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ลดการควบคุมทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่านในการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 4 แสดงรูปร่างชั้นซัสเพนชัน (suspension) ของส่วนต้นสาย (4) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ลดการควบคุมทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่าน ในการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 5 แสดงรูปร่างชั้นซัสเพนชัน (suspension) ของส่วนตรง (5) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ลดการควบคุมทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่าน ในการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 6 แสดงรูปร่างชั้นซัสเพนชัน (suspension) ของส่วนคดโค้ง (6) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ลดการควบคุมทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่าน ในการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 7 แสดงรูปร่างชั้นซัสเพนชัน (suspension) ของส่วนปลายสาย (7) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ลดการควบคุมทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่าน ในการประดิษฐ์นี้

รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบระดับกำลังสัญญาณที่ตำแหน่งปลายสายฝั่งหัวบันทึกของคู่สายอ่านเนื่องจากการควบคุมทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ใช้ในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในปัจจุบันกับเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ในการประดิษฐ์นี้

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

เหมือนกับที่บรรยายไว้ในกรณีการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

หน้า...ของจำนวน...หน้า

บทสรุปการประดิษฐ์

เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ในการประดิษฐ์นี้ประกอบไปด้วยชั้นสายตัวนำ ทำจากทองแดงมีจำนวน 6 เส้น ชั้นไดอิเล็กทริก (dielectric) ทำมาจากโพลีอิมิด (polyimide) หรือแคปตัน (kapton) อยู่ระหว่างชั้นสายตัวนำและชั้นซัสเพนชัน (suspension) โดยชั้นซัสเพนชัน (suspension) ในการประดิษฐ์นี้ได้มาจากการนำเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ที่ใช้ในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในปัจจุบัน มาผ่านกระบวนการเติมและเจาะรูตัวชั้นซัสเพนชัน (suspension) ทำให้ได้ชั้นซัสเพนชัน (suspension) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ตามการประดิษฐ์นี้ซึ่งสามารถลดการคู่ควบระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่านลงได้

ข้อถ้อยสิทธิ

เฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) ที่ลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่าน ประกอบไปด้วย

- สายตัวนำทางไฟฟ้า (1) จำนวน 6 เส้น
- ไดอิเล็กทริก (2) (Dielectric)
- ซัสเพนชัน (3) (Suspension)

โดยสายตัวนำทางไฟฟ้า (1) จำนวน 6 เส้นทำจากทองแดง ทำหน้าที่เป็นตัวส่งผ่านสัญญาณข้อมูลระหว่างหัวบันทึกแม่เหล็ก (recording head) และส่วนอิเล็กทรอนิกส์ของวงจรรอ่านและเขียน (Read/Write module) ทั้งในส่วนของวงจรรเขียนและวงจรรอ่าน สายตัวนำทั้ง 6 เส้น วางเรียงตัวบนระนาบเดียวกัน ซึ่งอยู่ชั้นบนสุดของสาย HGA

ชั้นกลางเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) เป็นชั้นไดอิเล็กทริก (Dielectric) (2) ซึ่งเป็นวัสดุจำพวกโพลีอิมิด (polyimide) หรือแคปตัน (kapton) ทำหน้าที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้าและมีคุณสมบัติอ่อนตัวได้

ชั้นล่างสุดของเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (Head Gimbal Assembly) เป็นชั้นของซัสเพนชัน (suspension) (3) สร้างมาจากโลหะสแตนเลสสตีล (stainless steel) ทำหน้าที่เป็นฐานรองรับชั้นสายตัวนำทางไฟฟ้า และชั้นไดอิเล็กทริก (dielectric)

โดยชั้นซัสเพนชัน (suspension) (3) ของเฮดกิมบอลแอสเซมบลีที่สามารถลดการคู่ควบทางแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างคู่สายเขียนและคู่สายอ่านนั้น

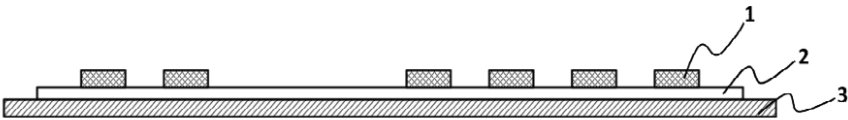
(1) ส่วนต้นสาย (4) มีลักษณะเป็นแบบระนาบเต็ม มีลักษณะเป็นสแตนเลสสตีลแบบระนาบเต็มและมีรู (8) บริเวณใต้แปดทุกแปด เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานได้จริงในขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และมีรู (9) เพื่อใช้ในขั้นตอนการประกอบเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) เป็นเฮดสแตคแอสเซมบลี (head Stack Assembly)

(2) ส่วนตรง (5) มีลักษณะเป็นสแตนเลสสตีล (stainless steel) แบบระนาบเต็มและมีวัสดุเป็นสแตนเลสสตีล (stainless steel) โดยปราศจากรูใดๆใต้สายตัวนำทางไฟฟ้า มีรู (9) และครีป (10) เพื่อใช้ในขั้นตอนการประกอบเฮดกิมบอลแอสเซมบลี (head gimbal assembly) ไปเป็นเฮดสแตคแอสเซมบลี (head Stack Assembly)

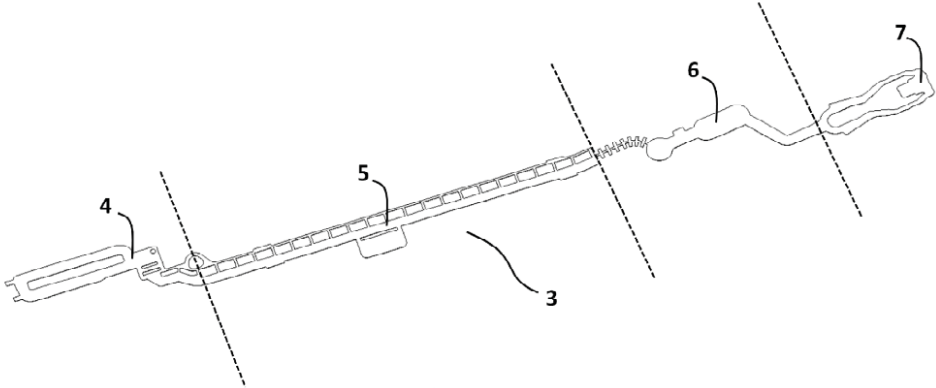
(3) ส่วนคดโค้ง (6) ประกอบไปด้วยสองส่วนหลัก ส่วนแรกเป็นส่วนก้างปลา (11) และส่วนที่สองเป็นส่วนระนาบเต็ม (12) โดยส่วนก้างปลา (11) จะอยู่บริเวณใต้สายตัวนำทางไฟฟ้าที่มีรูปร่างโค้งโดยบริเวณก้างปลา (11)

(4) ส่วนปลายสาย (7) มีลักษณะเป็นแบบระนาบเต็ม มีการเจาะรูรูปตัวยู (U) (13) รอบๆบริเวณใต้ตำแหน่งที่วางหัวบันทึก (14) เพื่อให้สามารถติดตั้งให้หัวเขียนและหัวอ่านอยู่ใกล้กับแผ่นจานแม่เหล็กมากที่สุด

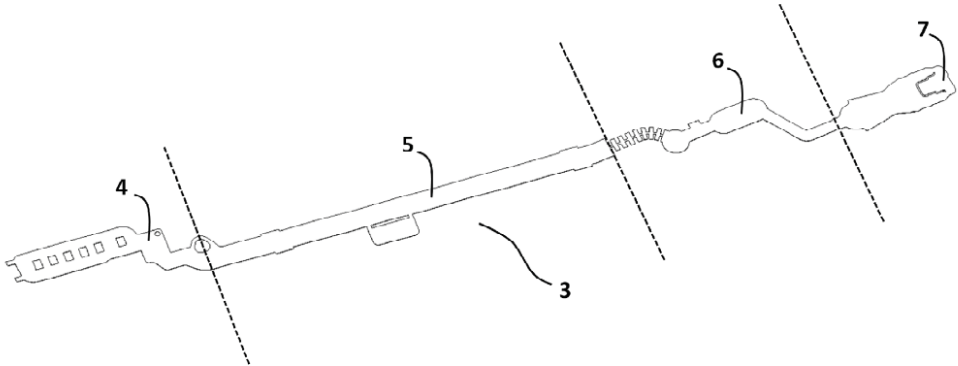
หน้า...ของจำนวน...หน้า



รูปที่ 1

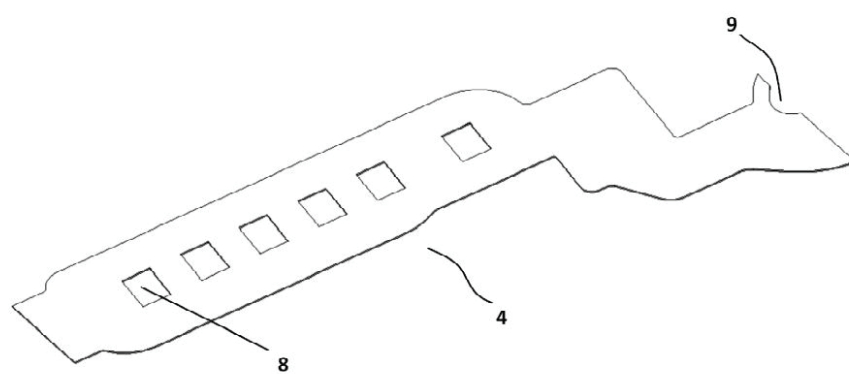


รูปที่ 2

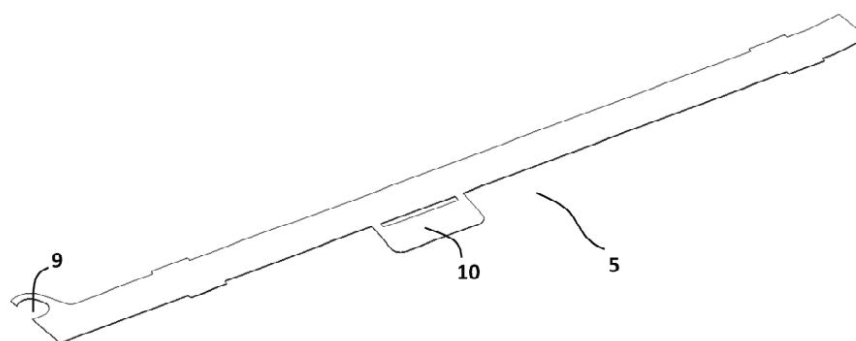


รูปที่ 3

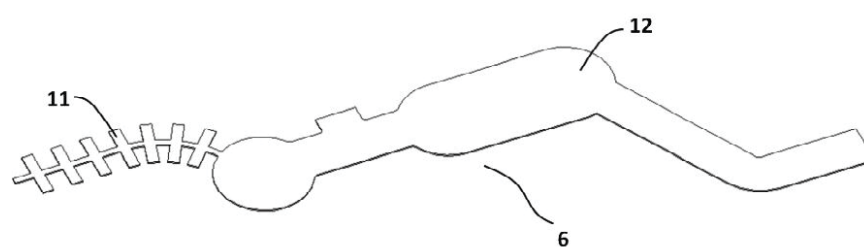
หน้า...ของจำนวน...หน้า



รูปที่ 4

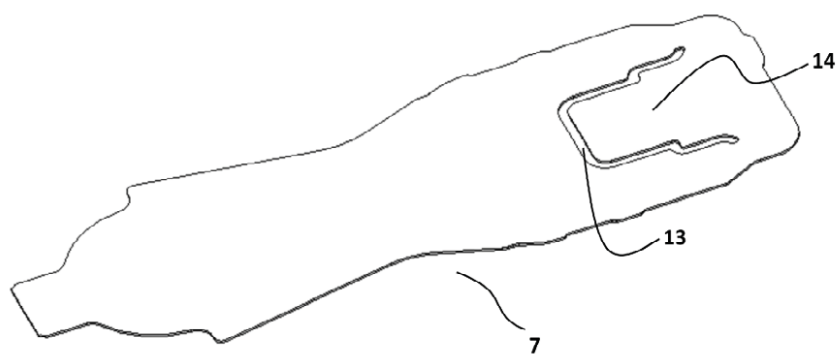


รูปที่ 5

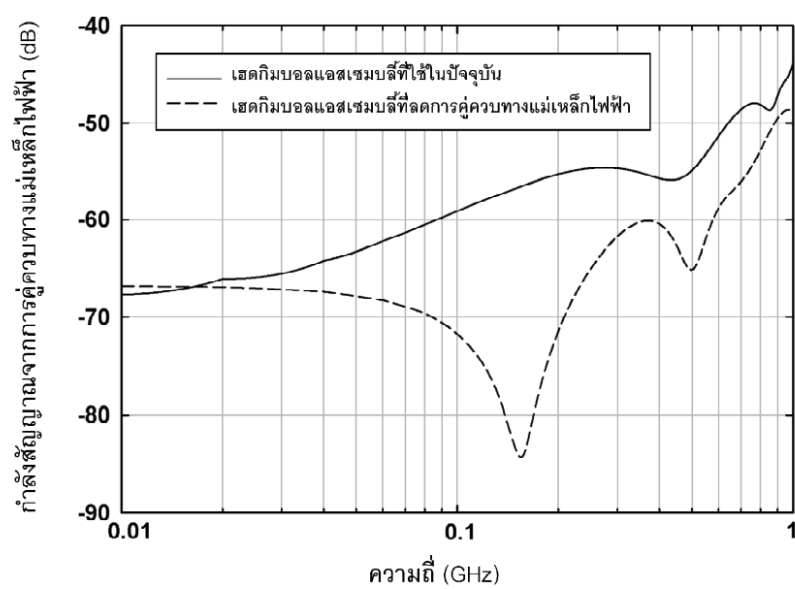


รูปที่ 6

หน้า...ของจำนวน...หน้า



รูปที่ 7



รูปที่ 8