

# 親疏水性介面對微氣泡生成之影響

賴俊翰、鄭江河

E-mail: 346166@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

從微噴嘴孔所形成之微氣泡進入溶液中已廣泛應用於各領域，包含船舶減阻、環境水質淨化、水產養殖、殺菌增氧、化工及生醫應用等。然而現有之微氣泡產生器裝置在先進產業的應用上，常受限於其尺寸而難以進展，例如應用於人體之氣泡式氧合器，希望其尺寸愈小愈好。本研究主要目的在設計與製作尺寸很小的微氣泡產生器，藉由微噴射裝置產生微奈米氣泡。本文最終目的是藉由微氣泡產生器能產生微米氣泡，提升血液中的血氧濃度進而將維持飽和含氧量。噴孔片製作是利用微電鑄鍍的方法製造而成。然後在此噴孔片上濺鍍高親水特性之白金層藉予降低噴孔片之水滴接觸角。其微氣泡之生成狀況及尺寸大小與氣壓大小及流量、噴嘴孔的孔徑及其表面之接觸角和表面張力、流體的特性及是否有水平流速等變因有關係。此外，利用高倍率顯微鏡及高速電荷耦合元件攝影機實際觀測微氣泡之生成及其尺寸。並探討各種操作條件下，其微氣泡之尺寸的變化。

關鍵詞：微氣泡產生器、親水性、噴孔片、微電鑄

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要 .....	iii	英文摘要 .....	iv	致謝 .....	v	目錄 .....	vi
圖目錄 .....	vi	表目錄 .....	vii	第一章 前言 1.1研究背景 .....	2	1.2現有微氣泡產生器之技術與應用 .....	3
1.2.1相關研究及參考文獻.....	5	1.3研究動機 .....	9	1.4研究方法 .....	12	第二章 結構設計 2.1微氣泡產生器主體之設計製作 .....	13
2.2微噴孔片之製作方法 .....	14	2.2.1黃光微影製程.....	15	2.2.2微電鑄鍍製程.....	17	2.3微噴孔片之表面親水特性製作方法 .....	21
2.4微噴孔片之表面疏水特性製作方法 .....	22	2.5親疏水性狀態下噴嘴孔片之水滴接觸角.....	22	第三章 微米氣泡觀測設備 3.1高速CCD .....	23	3.2微氣泡產生器 .....	24
3.3氣泡觀測實驗系統.....	25	第四章 微米氣泡觀測 4.1氣泡直徑量測與每秒氣泡產生速率 .....	27	4.2不同表面特性處理之噴嘴孔片改變噴嘴孔徑的氣泡 生成比較 .....	28	4.3不同表面特性處理下固定噴嘴直徑為20 μm之氣泡 尺寸探討 .....	47
4.4表面親水特性處理之20 μm噴嘴片在改變水流量下的氣泡生成 .....	55	4.5噴嘴孔片為親水狀態下之微氣泡疊加生成 .....	63	4.6表面親水特性處理之20 μm噴嘴片在改變黏度下的 氣泡生成 .....	74	第五章 結論 5.1結論 .....	83
參考文獻 .....	83						85

## 參考文獻

- [1]林聰得，“水中載具減阻技術之實驗研究”，中原大學機械工程研究所94博士班論文。
- [2]林俊明，“邊界層附近減阻氣泡之特性”，國立成功大學系統及船舶機電工程學系92碩士班論文。
- [3]謝志明，“微泡減阻技術在船模上的應用研究”，國立台灣大學工程科學與海洋工程學系92碩士班論文。
- [4]劉驥佑，“微泡減阻技術之基礎研究”，國立台灣大學工程科學與海洋工程學系91碩士班論文。
- [5]嚴祖煦，“微氣泡技術在減阻上之研究”，國防大學中正理工學院造船工程研究所89碩士班論文。
- [6]張維剛，“微氣泡產氣模組參數設計對水下潛體減阻影響研究”，國防大學中正理工學院造船工程研究所95碩士班論文。
- [7]陶德容，“微氣泡減阻技術應用於水面艦之效能評估”，國防大學中正理工學院造船工程研究所92碩士班論文。
- [8]林俊成，“微氣泡對潛體阻力之研究”，國防大學中正理工學院造船工程研究所91碩士班論文。
- [9]葉婉凌，“應用實驗計劃法對微氣泡減阻參數分析”，國防大學中正理工學院造船工程研究所94碩士班論文。
- [10] Madavan, N. K., Merkle, C. L. and Deutsch, S., “ Numerical investigations into the mechanisms of microbubble drag reduction, ” Journal of Fluids Engineering, Vol.107, 1985, pp. 370-377.
- [11] B. Bustgens, W. Bacher, W. Menz, W. K. Schomburg, “ Micropump Manufactured by Thermoplastic Molding, ” Micro Electro Mechanical Systems, MEMS, Proceedings, pp. 18-21,1994.
- [12]張淵竣，“廣用型血氧濃度儀系統初探:以視網膜為例”，私立中原大學電機工程學系93碩士班論文。
- [13]A. Vogel, W. Lauterbrorn and R. Timm, “ Optical and acoustic investigations of the dynamics of laser-produced cavitation bubbles near a solid boundary, ” J. Fluid Mech. Vol. 206, pp. 299-338, 1989.
- [14]侯文祥、陳威光，“應用氣泡柱於循環水養鰻系統中去除顆粒之效率評估”，台灣水產學會刊，25(2):117-127，1998。

- [15]甘連正, “微氣泡技術在減阻上之研究” 碩士論文, 臺灣大學生物環境系統工程學研究所, 2004.
- [16]蘇揚根, “奈米微氣泡浮除技術於半導體工業化學機械研磨廢水處理之應用” 碩士論文, 國立交通大學環境工程系所, 2003.
- [17]Burns S.E., Yiacoumi S. and Tsouris C. “Microbubble generation for environmental and industrial separations”, *Separation and Purification Technology*, Vol. 11, pp. 221-232, 1997.
- [18]李春宏, “工業廢水處理曝氣裝置之試製及其性能分析之研究” 碩士論文, 國立成功大學土木工程研究所, 1979.
- [19]Smith, J.S. et al., “Bubble Column Reactors for Wastewater Treatment. Theory and Modeling of Continuous Countercurrent Solvent Sublation,” *Ind. Eng. Chem. Res.*, 35, 1688-1699, 1996.
- [20]G. Korpanty, P. A. Grayburn, R. V. Shohet and R. A. Brekken, “Targeting vascular endothelium with avidin microbubbles,” *Ultrasound Med. Biol.*, Vol.31, pp. 1279-83, 2005.
- [21]李承翰, “高頻超音波血流成像”, 碩士論文, 國立台灣大學電機工程學研究所, 2005.
- [22]E. Unger, T. O. Matsunaga, P. A. Schumann and R. Zutshi, “Microbubbles in Molecular Imaging and Therapy,” *Medicamundi*, Vol. 47, pp. 58-65, 2003.
- [23]K. Ferrara, R. Pollard, M. Borden, “Ultrasound microbubble contrast agents: fundamentals and application to gene and drug delivery,” *Ann. review of biome. eng.*, Vol. 9, 415-44, 2007.
- [24]G. Korpanty, J. G. Carbon, P. A. Grayburn, J. B. Fleming, R. A. Brekken, “Monitoring response to anticancer therapy by targeting microbubbles to tumor vasculature,” *Clinical Cancer Research*, Vol. 13, 323-330, 2007.
- [25]Hooke R. “An account of an experiment made by R Hooke of preserving animals alive by blowing air through their lungs with bellows,” *Philosophical Transactions of the Royal Society*; 2: 539. 1667.
- [26]LeGallois J.J.C. *Experiences sur le principe de la vie. Notamment sur Celui des Mouvements du Coeur, et Sur le Siege de ce Principe; Suivies du rapport fait a la premiere classe de l'Institut sur celles relatives aux mouvements du Coeur.* Paris: D' Hautel, 1812.
- [27]Brown-Sequard E. *Du sang rouge et du sang noir, et de leurs principaux elements gazeuse, l'oxygene et l'acide carbonique.* *Journal of Anatomie (Paris)* 1858; 1: 95.
- [28]Von Schroder W. *Über die Bildungstätte des Harnstoffs.* *Archiv Fur Experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 1882;15: 364-402.
- [29]Von Frey M, Gruber M. *Studies on metabolism of isolated organs. A respiration-apparatus for isolated organs. Untersuchungen über den stoffwechsel Isolierter organe. Einrespirations-apparat für isolierte organe (German).* *Virchows Archiv für Physiologie* 1885;9: 519-32.
- [30]Gibbon J.H. Jr. *Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery.* *Minnesota Medicine* 1954;37: 171-85.
- [31]Hill J.D. O'Brien TG, Murray JJ, et al. *Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson membranelung.* *N Engl J Med* 1972;286:629-34.
- [32]Burgess; Mike, Hall; Cyril I., “Blood oxygenator,” US Patent 4396584, 1983.
- [33]Nunn J.F. *Nunn's Applied Respiratory Physiology*, 4th edn. Oxford: Butterworth Heinemann, 1993.
- [34]Galletti P.M. Colton C.K. *Artificial lungs and blood-gas exchange devices.* In: Bronzoni JD, eds. *The Biomedical Engineering Handbook*, Chapter 125. Boca Raton: CRC Press, 1995.
- [35]James Andrew Senkiw, “Microbubbles of oxygen,” US Patent 6689262, 2004.
- [36]Wilkinson, P. M., and van Dierendock, L. L., “A theoretical model for the influence of gas properties and pressure on single bubble formation at an orifice,” *Chem. Eng. Sci.*, Vol. 49, pp. 1429-1438. 1994.
- [37]J. N. Lin, f S. K. Banerji, and H. Yasuda, “Role of Interfacial Tension in the Formation and the Detachment of Air Bubbles. 1. A Single Hole on a Horizontal Plane Immersed in Water,” *Langmuir* Vol. 10, pp. 936-942, 1994.
- [38]J. N. Lin, f S. K. Banerji, and H. Yasuda, “Role of Interfacial Tension in the Formation and the Detachment of Air Bubbles. 1. A Single Hole on an Inclined Plane Immersed in Water,” *Langmuir* Vol. 10, pp. 943-948, 1994.
- [39]A.V. Byakova, S.V. Gnyloskurenko, T. Nakamura, O.I. Raychenko, “Influence of wetting conditions on bubble formation at orifice in an inviscid liquid Mechanism of bubble evolution,” *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 229 (2003) 19-32.
- [40]S.V. Gnyloskurenko, A.V. Byakova, O.I. Raychenko, T. Nakamura, “Influence of wetting conditions on bubble formation at orifice in an inviscid liquid. Transformation of bubble shape and size,” *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 218 (2003)73-/87.
- [41]G. Corchero, A. Medina, and F.J. Higuera, “Effect of wetting conditions and flow rate on bubble formation at orifices submerged in water,” *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 290 (2006) 41-49.
- [42]鄭江河、蘇玉如, “壓電式氣泡產生裝置”, 台灣專利, 新型專利M313017, 2007.
- [43]C-H Cheng, T-H Chiang, and B-C Liu, “Application of Piezoelectric Micro Bubble Generator to Blood Oxygenation,” *The 13th International Symposium on Flow Visualization*, July 1-4, 2008, Nice, France.
- [44]鄭江河、古天雄、江宗星、邱士哲、陳昭閔、張佳倫, 2007, “壓電式微米氣泡產生器應用於血氧濃度之研究”, 第二十四屆機械工程研討會論文集, 台灣中壢, 中原大學。
- [45]Chiang-Ho Cheng, Chia-Lan Chang and Tsung-Hsing Chan, “Gas Bubble Sizes Formed in Liquids at Different Resonant Frequencies,” *Advanced Materials Research*, Vol.74, pp. 105-106, 2009.