

Resource Recovery of Scrap Nd Magnet

葉信益、李清華

E-mail: 387110@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This study focuses on the recycling of neodymium metal from waste neodymium containing magnet. Methods adopted include: grinding and screening, component analysis, surface coating, leaching, pH adjustment, electrolysis and replacement method to determine the optimal recovery technology. Analysis revealed neodymium content of 192,649 mg/kg, 0.06% water content, 86.00% ash content, 14.06% combustible material and specific gravity 5.25. Optimum leaching conditions were determined to be 3N sulfuric acid with a solid-liquid of 3g/50ml at 70 ° C for 5 minutes which leached 100% of neodymium. Neodymium hydroxide with a purity of 98.83% can be recovered at pH 1 as a precipitate by pH adjustment using sodium hydroxide. Scanning Electron Microscopy determined the purity of the crystalline neodymium to be 99% with empirical formula Nd(OH)₃.

Keywords : neodymium、 magnet、 waste、 precipitation、 replacement、 electrolysis、 recycling

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要 iii ABSTRACT iv 誌謝 v 目錄 vi 圖目錄 ix 表目錄 xi 第一章 緒論 1 1.1 前言 1 1.2 研究目的 2 第二章 文獻回顧 4 2.1 廢含釹磁鐵之組成及種類 4 2.2 釹金屬之化學性質及特性 5 2.3 釹的產量及產值 6 2.4 廢含釹磁鐵相關回收及處理方式 7 2.5 濕式冶煉法之介紹 8 2.5.1 預處理 9 2.5.2 浸漬溶蝕 9 2.5.3 固液分離 10 2.5.4 純化 10 2.5.5 回收 12 第三章 研究方法 18 3.1 廢含釹磁鐵之研磨與篩分 18 3.2 廢含釹磁鐵之性質分析 19 3.2.1 三成份分析 19 3.2.2 比重分析 20 3.2.3 金屬全含量分析 21 3.3 表面鍍層之研究 22 3.4 廢含釹磁鐵之浸漬溶蝕 22 3.5 純化回收之研究 23 3.5.1 調整pH值之研究 23 3.5.2 置換法之研究 24 3.5.3 電解法之研究 24 3.6 訂定最佳廢釹磁鐵之回收處理流程 25 第四章 結果與討論 35 4.1 廢含釹磁鐵之研磨與篩分 35 4.2 廢含釹磁鐵之性質分析 36 4.2.1 三成份分析 37 4.2.2 比重分析 37 4.2.3 金屬全含量分析 37 4.3 表面鍍層溶蝕之研究 38 4.4 廢含釹磁鐵之浸漬溶蝕 40 4.4.1 固液比與溫度 40 4.4.2 時間與溫度 42 4.5 含釹濾液純化回收 43 4.5.1 浸漬液調整pH值 43 4.5.1.1 以氨水調整pH值 44 4.5.1.2 以氫氧化鈉調整pH值 45 4.5.2 置換法 48 4.5.3 電解法 49 4.6 最佳廢含釹磁鐵之回收處理流程 51 第五章 結論與建議 76 5.1 結論 76 5.2 建議 78 參考文獻 79

REFERENCES

1. 永久磁鐵的特性及其歷史，深圳市億豪磁電產品有限公司，2011年7月。 <http://www.yihao16888.com/new.asp?id=365>
2. Osamu Takeda, Toru H. Okabe, Yoshiaki Umetsu, Recovery of neodymium from a mixture of magnet scrap and other scrap. *Journal of Alloys and Compounds* Volumes 408 – 412, 9 February 2006, Pages 387 – 390. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925838805005864>
3. 張萬琰、吳光源，從鐵鎳磁鐵中回收稀土及氧化鈷的條件試驗，*Jiangxi Nonferrous Metals*，第15卷，第4期，2001年12月。
4. 邱軍浩，高性能燒結(Nd, Dy)(Fe, Co, Cu)磁石研製及矯頑機制之研究，國立中正大學碩士論文，2002年6月
5. 稀土釹鐵硼及稀土永磁研究和發展，東莞市嘉達磁鐵製品有限公司，2010年7月11日，新聞發布 <http://www.magnet188.com/hk/NewsView.asp?ID=63>
6. 工業的維他命—稀土金屬，科學月刊，2011年4月 http://scimonth.blogspot.com/2011/04/blog-post_1131.html
7. 維基百科，2012年12月1日。 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A8%80%E5%9C%9F%E9%87%91%E5%B1%9E>
8. 全球稀土蘊含量半數在中國，蘋果日報，2010年1月
9. 稀土戰爭 / 下一場全球經濟危機，yam蕃薯藤，2010年11月10日。 <http://magazine.n.yam.com/view/mkmnews.php/727980/4>
10. 稀土戰爭，今周刊，2010年11月10日 <http://class.smartnet.com.tw/innerPage.jsp?reportKind=2&sn=5055>
11. 稀土價格回升，人民日報，2010年08月
12. Keller, T., 2011. Chinese rare earths supply squeeze doomed. *The Globe and Mail*, April 28.
13. 侯貫智，大陸稀土及應用產業現況與兩岸合作策略與規劃，台灣稀土及應用產業交流座談會，2011年7月
14. 魏成富、代強、唐杰、楊梨容、李想、張林，硫酸復鹽法回收NdFeB磁鐵中含鐵水的處理，綿陽師範學院學報，第29卷，第5期，2010年5月。
15. 生意社，氧化釹價格快訊，2012年2月22日。 <http://www.100ppi.com/kx/detail-message-979--1.html>
16. 自由能源 Free Energy?，2009年12月。 <https://sites.google.com/site/ageechen/free-energy/neodymium-magnets>
17. 磁通磁性科技股份有限公司網頁: <http://www.magtech.com.tw/Product-2007102110593.html>
18. 互動百科，Nd，2012年12月1日。 http://www.baik.com/wiki/Nd?prd=so_1_doc
19. 五礦(北京)稀土研究院有限公司，2010年11月3日。 http://www.cre-ol.com/_d271060737.htm
20. 江蘇、華運貿易有限公司，2012年12月12日。 <http://www.cnxitu.com/shop/1241.html>
21. Masahiro Itoh, Koji Miura, Ken-ichi Machida, Novel rare earth recovery process on Nd – Fe – B magnet scrap by selective chlorination using NH₄Cl, *Journal of Alloys and Compound* , vol.477, pp. 484 – 487, 2009.
22. O.Takeda, T.H. Okabe, Y. Umetsu , " phase equilibrium of the

system Ag-Fe-Nd, and Nd extraction from magnet scraps using molten silver ” , Journal of alloys and Compounds Vol.379 , pp.305-313 , 2004.

23.蔡敏行, 提煉冶金概論講義, 成功大學資源工程學系, 2002年1月。 24.陳明傑, 廢鋰電池資源再生之研究, 大葉大學碩士論文, 民國2002年6月。 25.蕭孟官, 廢脫硝觸媒資源回收之研究, 大葉大學碩士論文, 2004年6月。 26.陳慧憶, 無鉛含銀焊錫渣資源再生之研究, 大葉大學環境工程系碩士論文, 2008年6月。 27.中國稀土在線網頁, 2012年11月3日。 <http://www.cre.net>。 28.稀有金屬編輯委員會編著, 稀有金屬手冊, 冶金工業出版社, 1995年。 29.林艾蓁, 從液晶面板製成廢棄物中回收金屬銻之研究, 國立成功大學材料科學及工程學系碩士論文, 2008年。 30.C.K.Gupta、 T.K.Mukherjee, ” Hydrometallurgy in Extraction Processes Volume ” , p78~82, CRC Press Inc, Boca Ration, Florida, UAS. 31.李永清, 環境樣品固相萃取技術, 中興工程顧問社環境工程研究中心, 2000年10月。 32.湯麗雯, 廢IC中貴金屬資源回收之研究, 大葉大學碩士論文, 2007年6月。 33.工業汙染防制技術手冊之十, 工業廢水離子交換處理, 1991年6月。 34.稀有金屬手冊編輯委員會, 稀有金屬手冊(下), 冶金公會出版社, 1997年。 35.彭御賢, 廢液晶顯示器資源回收之研究, 大葉大學碩士論文, 2005年6月。 36.柯秀靜, 銻錫氧化物濺鍍廢液資源回收之研究, 大葉大學碩士論文, 2009年6月。 37.Ilknur Baylakoglu, Seref Hamarat, Haluk Gokmen, Esra Meric, Case Study for High Volume Lead-Free Wave Soldering Process with Environmental Benefits, IEEE Proc, 2005. 38.百度百科, 金屬活性表: <http://baike.baidu.com/view/393176.htm> 39.陳昱融, 廢鈹鐵硼磁鐵資源回收之研究, 大葉大學碩士論文, 2005年6月。 40.亞洲金屬網, 2013年2月25日。 <http://www.asianmetal.cn/news/getProductsNews.am?productTwoID=6>