

熱變形敛鐵硼磁石之研究

Study of Hot Deformed NdFeB Magnet

游智翔

金屬中心 金屬製程研發處 金屬成形組

陳彥儒

金屬中心 金屬製程研發處 金屬成形組

關鍵詞(Keywords)

· 釹鐵硼 NdFeB

· 熱變形磁石 Hot Deformed Magnet

· 稀土 Rare Earth

摘要(Abstract)

隨著小型馬達追求高效率的情況下,高單價的永磁馬達逐漸受到重視,因此帶動高磁能積稀土磁石的需求量增加。而稀土磁石因應不同的使用場合,必須添加使用重稀土元素鏑(dysprosium,Dy),解決在高溫下磁特性的衰減問題。但在重稀土資源有限的前提下,磁石產品如何達到重稀土減量使用的問題是被大家所關注。目前已發展出

一種熱變形釹鐵硼磁石(MQ3),磁能積與燒結釹 鐵硼磁石相同,可達到 30~50 MGOe。由於 MQ3 磁石在製程上的不同,所以成品晶粒尺寸只有 0.1 ~0.2 μm,因此磁特性中的矯頑磁力(coercivity, iHc)較高,故可達到重稀土添加量減少之功效。本 文將針對此 MQ3 磁石進行介紹,並針對 MQ2 及 圓餅 MQ3 製程進行討論。

Permanent motors draw a lot of attention as they meet the high efficiency requirement for small motors. This leads to an increasing need of NdFeB magnets. The magnetization property of NdFeB magnets is usually degrading irreversibly in a high-temperature environment. This can be solved by adding Dysprosium (Dy) to preserve the magnetic performance. However, it is a critical issue of reducing the use of Dy because it is a rare earth



material. Recently, a hot-deformed NdFeB magnet (MQ3) is developed; its magnetic energy product is as high as 30 to 50 MGOe, which is close to a sintered NdFeB magnet. The finished grain size of MQ3 is so small within 0.1-0.2 µm that its coercivity (iHc) is increased without using more Dysprosium. In this paper, we will introduce the properties of hot-deformed NdFeB magnets and the hot forming process of MQ2 and MQ3 magnets.

1. 前言

因應現今馬達尋求微小化、高出力、高轉速等 特性需求的發展趨勢下,為達成上述的需求,在馬 達設計及開發階段,就需經由關鍵材料選擇、電磁 模擬分析設計及控制技術的整合下,進行整體性 的設計規劃。其中在磁石的選擇上,希望在有限體 積下,能提供越大的表面磁束密度。故主要以稀土 類磁石為主,如圖 1 所示稀土類磁石大致分為釹 鐵硼(Nd Fe B)及釤鐵氮(Sm Fe N)兩大類,其中釤 鐵氦磁石高溫特性好,但磁能積只達 15 MGOe。 另一類釹鐵硼磁石,主要可分為膠結磁石(bonded magnet)及金屬磁石(metal magnet),而膠結磁石因 內部含無磁性的材料,故磁能積降低至 4~12 MGOe 左右。另外,在金屬磁石方面,因製程差 異可區分為燒結磁石(sintered magnet)及熱變形磁 石(hot deformed magnet)兩類,兩者磁能積皆可達 到 30~50 MGOe 以上。而稀土類釹鐵硼磁石為解 決高溫環境下磁特性衰減問題,在成份中添加重 稀土元素鏑(Dy),使磁特性中的矯顽磁力(iHc)提 升,且使用環境溫度越高,Dy添加的重量百分比也越多。稀土磁石價格高低與重稀土含量的重量百分比有密切關係。但在地球上重稀土資源有限的情況下,重稀土的產量越少價格越高,伴隨著稀土類釹鐵硼磁石價格勢必高漲。這種情形在2010年7月,佔全球稀土產量佔97%的中國,突然宣佈下半年的產量減產40%,造成全球稀土價格大漲的情況可以得到印證。因此,為解決重稀土資源有限的問題,磁石產品將朝向重稀土減量使用的趨勢發展。

一般評估磁石的特性,主要由殘留磁束密度 (remanence, Br)及矯頑磁力(iHc)兩者來進行評估。 其中 Br 越高,表示磁石內部晶粒的易磁化軸配向 度越高。而 iHc 越高,表示磁石成品的晶粒尺寸 越小。目前能提供最大磁能積 30~50 MGOe 以上 的磁石,分為燒結釹鐵硼磁石(sintered magnet)及 熱變形釹鐵硼磁石(MQ3)。然而,未來 MQ3 磁石 被視為有機會取代,目前磁能積最高的燒結釹鐵 硼磁石,最主要原因有兩個。其一,MQ3磁石成 品晶粒尺寸為 0.1~0.2 μm, 比燒結釹鐵硼磁石成 品晶粒尺寸 5~10 μm,足足小了 25 倍以上,使 得 MQ3 磁石有較高的 iHc,因此可達到重稀土減 量使用的效果。其二,因燒結製程下材料各方向尺 寸收縮量難以精確掌控,故成品尺寸需預留較大, 且一般與馬達配合的外型為瓦片型,因此需由方 型經研磨加工成瓦片型,導致後處理加工研磨量 較多,故材料利用率不佳。反觀,QM3 磁石屬於 近淨型製程,成品外觀為圓環狀,經少量的研磨即 可與馬達進行組裝。

更完整的內容

請参考【機械工業雜誌】405期・105年12月號

每期 220 元 • 一年 12 期 2200 元

劃撥帳號:07188562工業技術研究院機械所

訂書專線: 03-591-9342 傳真訂購: 03-582-2011

機械工業雜誌官方網站:www.automan.tw

機械工業雜誌信箱:jmi@itri.org.tw