

石墨烯材料在車用動力系統之應用 (一)

Applications of Graphene Materials in Vehicle Power Systems (I)

黃昆平¹、胡恩蘭²、林立松³、徐銘懋⁴、陽毅平⁵、蔡禎輝⁵

¹ 工研院機械所 先進機械技術組 石墨烯專案小組 資深研究員

² 工研院機械所 先進機械技術組 石墨烯專案小組 副研究員

³ 工研院機械所 智慧車輛技術組 動力平台與驗證部 研究員

⁴ 工研院機械所 智慧車輛技術組 先進馬達技術部 研究員

⁵ 工研院機械所 所長室 副所長

前言

為了達到節能的目的，改善電機的損失是最根本的問題，電動汽車應該採用了大量的銅材、鐵材、鋁材，因應材料本身特性，在於通電後並給予負載，必定會產生相對的損失。所以探討感應馬達之各種能量損失，並致力於改善能量耗損，以提升感應馬達之效率。石墨烯具優異的物理及化學性質，自 2004 發現以來廣受各界之矚目，特別是在高比表面積 ($2630 \text{ m}^2/\text{g}$)^[1,2]、高電導率 ($1 \times 10^6 \text{ ohm} \cdot \text{cm}^{-1}$)^[3]、高熱導率 (5150 W/mk)^[4] 及高比電容特性 (531 F/g)^[5]，可應用於儲氫、光電、機械及儲能之領域，目前全球已累積有將近十二萬個石墨烯專利。其中高熱導率可製作成散熱材料應用於車用馬達或驅控器之散熱，而高比電容特性可製作成超級電容，並利用高功率密度的特性應用於車用動力輔助起動、加速或煞車回充等。本文將介紹藉石墨烯優異的熱傳導特性在車用動力系統感應馬達上之散熱應用，目的在於馬達效能之提升。

石墨烯材料在車用動力系統之應用 (一)

工研院機械所開發以電漿合成方式製作高品質無官能基之石墨烯已立下深厚基礎，以自行設計變壓器耦合電漿化學氣相沉積 (Transformer Coupled Plasma Chemical Vapor Deposition, TCP

CVD) 系統，生產純石墨烯粉，再加有機溶劑及陶瓷粉混合製作成液體或固體散熱膏，分別應用於定子與外殼間以及定子區繞組之散熱；另外，以石墨烯粉製作成散熱片，亦可應用於驅控器之晶片散熱，這對電動車馬達效率提升，以及控制系統的功率輸出提升會有很大幫助，以下將介紹石墨烯散熱材料在感應馬達之應用。

動力馬達散熱模擬：

馬達負載使導線因電流產生熱使電場效能下降之銅損，以及定子 (鐵芯) 因電磁感應形成磁滯損失渦電流產生熱使磁場效能下降之鐵損，因此必須有效地將銅損及鐵損產生之熱傳至馬達殼外，方能將馬達系統效能發揮至最大。因此，馬達在定子區產生的繞組溫升及定子渦電流產生之熱必須有效帶至殼外。利用 Motor CAD 軟體進行車用感應馬達進行熱模擬分析，分析結果如表 1 所示，模擬工研院最新開發之改善措施對 180 kW 感應馬達額定功率輸出時所做的貢獻，(1) 轉子使用機械所專利氣冷散熱法 (中華民國專利 I622252) 提升散熱效果，(2) 包覆銅線之新式凡立水熱傳導係數 0.2 提升至 0.3 W/mk，(3) 銅線圈外採用固態石墨烯散熱膏熱傳導係數 0.6 提升至 2 W/mk，(4) 定子與外殼間採用新液態石墨烯散熱膏熱傳導係數 5 提升至 6 W/mk，根據模擬結果使 72 kW 動力馬達產生銅損及鐵損產生之熱能消耗有效傳導出馬達殼外，綜合散熱效能提升 30.1%，意謂著可使馬達

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 430 期 · 108 年 1 月號

機械工業雜誌 · 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

匯款帳號：兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)，帳號/ 203-07-02288-0

訂書專線：03-591-9339

傳 真：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