由巨磁阻相關文獻探究科學與技術間的互動

An Investigation of the Interaction between Science and Technology from Literatures of Giant Magnetoresistance

黃元鶴

Yuan-Ho Huang

摘　要

本研究由巨磁阻之科學文獻與專利文件來觀察科學與技術間互動，樣本資料包括1030件專利引用之1603篇非專利參考文獻，以及3287篇科學文獻所引用之160件次的專利進行分析。結果顯示科學文獻僅佔所有技術文件之參考文獻的10%，而僅約4%的科學文獻曾引用代表技術的專利文件。時間差四年內的科學文獻被專利文件引用比率較高，然部份時間差十年的專利仍被科學文獻引用。物理、工程、化學與電腦等主題是較常被專利引用的主題，而半導體裝置、磁體或電感及變壓器相關的專利則較常被科學文獻所引用。

關鍵字：非專利參考文獻、引文分析、科學連結、技術連結

Abstract

This study focused on the interaction between science and technology of Giant Magnetoresistance (GMR) from both scientific literatures and patent documents. The sample data included 1603 non-patent references (NPRs) from 1030 patents and 160 patent documents cited by 3287 scientific literatures. The result shows that the scientific literature amounts to 10 percent of all references cited by technical documents. On the other hand, only 4 percent of the scientific literature had cited the patent documents. The time lags between patent application and paper publication from the NPRs are mostly within 4 years. However, some patents which have been issued 10 years ago were still cited by scientific literatures. Subjects including physics, engineering, chemistry and computer are mostly cited by GMR patent documents, while technologies related to semiconductor devices, magnets inductances and transformers are mostly cited by GMR scientific literatures.

Keywords: Non-patent references; Citation analysis; Science Linkage; Technology Linkage

臺灣大學學術期刊資料庫

輔仁大學圖書資訊學系副教授

（Associate Professor, Department of Library and Information Science, Fu-Jen Catholic University）

壹、前言

科學與技術間的發展往往是相互影響的，如電子顯微鏡的發明是建立在量子力學對物質波的理解之上，然而電子顯微鏡發明之後，又成為科學家觀察微觀世界的利器，促成了材料科學中奈米碳管的發現（章效鋒，2006，頁126），如此科學影響技術創新，而技術發展增進科學新發現的廣度與深度。

近年來硬碟技術的發展相當快速，主要是因奈米技術應用在硬碟讀寫頭（read/write head）的發展，而該項技術的源頭是法國物理學家Albert Fert與德國物理學家Peter Grünberg在1988年各自獨立發現了一項全新的物理現象－巨磁阻效應（Giant Magnetoresistance, GMR）：系統微弱的磁性變化引發巨大的電阻變化。由於硬碟機中所紀錄的訊息就是轉換成電流訊號後被讀出，而隨著記錄密度的提高，每個訊息紀錄單元的磁信號變的更微弱，因此紀錄密度是否可以進一步提高，實仰賴於高敏感度的讀出磁頭製作的成功與否。所以GMR效應被報導後，產業界隨即展開了利用此項新技術的研發工作，在1997年開發出第一個利用GMR效應的讀出磁頭，而且很快的變成業界標準技術。因此2007年諾貝爾獎的物理學即頒獎給Albert Fert 與Peter Grünberg以表彰二人在此領域身為先驅者的貢獻（The Nobel Foundation, 2007）。

GMR的發現應歸功於自1970年代開始發展的製作超薄薄膜的新技術。GMR效應必須在僅有數個原子厚度的薄膜系統中始能被觀測到，從這個角度來說，GMR也可說是奈米科技各種潛力無窮的領域中，第一個實際成功應用的例子。

文獻計量的方法可做為科學研究與技術發展的指標之一，本研究即由GMR相關文獻為例來觀察科學與技術間的互動關係，兩者如何相輔相成。GMR雖是一科學的創新發現，但由於當時薄膜技術的新發展，而促成GMR的知識創新，進而引領更多後續新的技術發展以及實際應用於高密度磁記錄產品，包括硬碟與iPod等產品（黃榮俊、許峻瑜，2007）。因此，本研究由巨磁阻相關之科學文獻及專利文件，探討科學與技術的關連。

貳、文獻分析

科學與技術間的互動相當複雜，由文獻計量來觀察當中的現象是其中一種探索的方式，肇因於Price在1965年所做的研究（Price, 1965），試圖回答技術是否獨立於科學的問題，引領了資訊計量研究者在科學與技術互動現象的持續探索。近年來，由文獻來觀察科學與技術間知識交流的狀況，可分別由專利文件中引用非專利參考文獻（Non-patent references, NPRs）呈現技術連結至科學之相關資訊，以及由科學文獻中引用專利文件來代表科學與技術的關連。以下分別以上述所提之不同方向的引用文獻分析觀點，整合與分析相關的研究。

臺灣大學學術期刊資料庫

(一) 由技術文件連結科學研究

由技術文件連結科學研究通常是以專利文件中引用非專利參考文獻的資訊進行科學與技術連結分析，Narin & Noma（1985）較早由引文分析方法來研究科學與技術間的互動，該研究以生物醫學專利文件引用之專利、科學文獻及科學文獻引用之科學文獻等三群資料來比較，此後即有多篇研究將非專利參考文獻視為技術與科學連結強度的指標，而在不同的學科領域進行實證研究。Narin, Hamilton, & Olivastro（1997）收集1980至1995年之不同時期的397660筆專利，分析當中的430226筆被引用之非專利參考文獻，發現約有七成的被引用文獻來自公部門的科學研究，如大學或由政府贊助的研究機構。被引用的期刊文獻數在六年間成長二倍，若以文獻作者數來看則成長約三倍。Verbeek et al.（2002）介紹五步驟以利用非專利參考文獻資訊進行科學連結性的探討，清楚地說明研究過程的細節，相當具參考價值。在奈米技術與基因工程等不同學科或技術領域也曾應用分析非專利參考文獻之被引情況來研究科學與技術間連結（Meyer, 2001; Lo, 2009）。Gao & Guan（2009）以社會網絡分析美國專利庫之中國專利所引用之非專利參考文獻，呈現生化科技等六種學科的程度中心性（Degree centralization）、親近中心性（Closeness centralization）與居間中心性（Betweeness centralization）等資訊。

(二) 由科學研究連結技術文件

相較於前述之專利文件引用非專利參考文獻之分析，較少研究由科學文獻所引用的專利文件進行分析。Glänzel & Meyer（2003）曾利用科學引文索引資料庫收集1996-2000年間的文獻，分析其中之被引用專利文件，研究結果發現僅1.7%的文獻曾引用專利，而化學是引用最多專利的學科。

本研究綜合以上兩種方向的引文分析，提出研究問題如下：

- 巨磁阻相關之科學文獻與技術文件（專利）的主要貢獻國家與機構為何？文獻出版的年代分布為何？在哪些主題領域文獻數較多？
- 技術文件（專利）引用多少科學文獻？是否近年的科學文獻較易被引用？被引用之科學文獻分佈在哪些主題？技術類別與哪些科學主題關連較密切？
- 科學文獻引用多少技術文件（專利）？是否近年的技術文件較易被引用？被引用之技術文件是由哪些機構所貢獻？科學主題與哪些技術類別的關連較密切？

參、研究方法

本研究之目的在分析科學研究與技術發展之互動現象，並以文獻計量方法探索科學與技術間關連，本研究所指之科學文獻是以期刊文獻為主，而技術文件是以專利為主。由巨磁阻相關之專利文件與科學文獻，應用引文分析的概念，觀察專利文件引用之非專利參考文獻，以及科學文獻中所引用之專

臺灣大學學術期刊資料庫

利，分別呈現技術文件與科學研究的關連，以及科學文獻與技術發展間的關連。

(一) 樣本資料來源與分析方式

分別由「科學引用文獻索引資料庫擴充版（Science Citation Index Expanded, SCIE）」與「美國專利暨商標局（United States Patent and Trademark Office, USPTO）提供的專利資料庫（註1）」獲取樣本資料，以同時進行學術及專利文獻分析，並藉由「國際期刊指南（註2）（Ulrich's Periodicals Directory, Ulrichsweb.com™）」中的主題標目來定義學術期刊的主題類別，以探索科學文獻的知識主題與專利中的IPC（International Patent Classification）號所呈現之技術文獻知識主題的連結性。本研究進行步驟如圖一。

由美國專利資料庫收集專利文件資料，透過連穎科技公司的Patent Guider軟體進行初步的樣本專利資訊的下載與分析，關鍵字以「GMR」及「giant and magnet$ and resist$」在題名、請求項及摘要欄位於核准公告資料庫中檢索。限定公告日在2008年之前的專利，共獲取樣本資料1030筆專利文件。

在科學引文索引資料庫擴充版（SCIE）收集科學文獻資料。當甲文獻引用乙文獻時，即表示甲與乙文獻主題有關連，因此本研究欲觀察巨磁阻開創文獻對該領域的影響概況，在SCIE查詢曾經引用Albert Fert與Peter Grünberg獲得諾貝爾獎之主要貢獻的兩篇文獻（Baibich et al., 1988 ; Binasch, Grunberg, Saurenbach, & Zinn, 1989）來收集樣本文獻，自1990年至2009年8月為止，曾經引用Fert之代表文獻有3191篇文獻，而曾引用Grünberg之代表文獻有979筆，合併前述兩筆檢索結果，刪除重複之整併後資料共計3287筆樣本文獻。

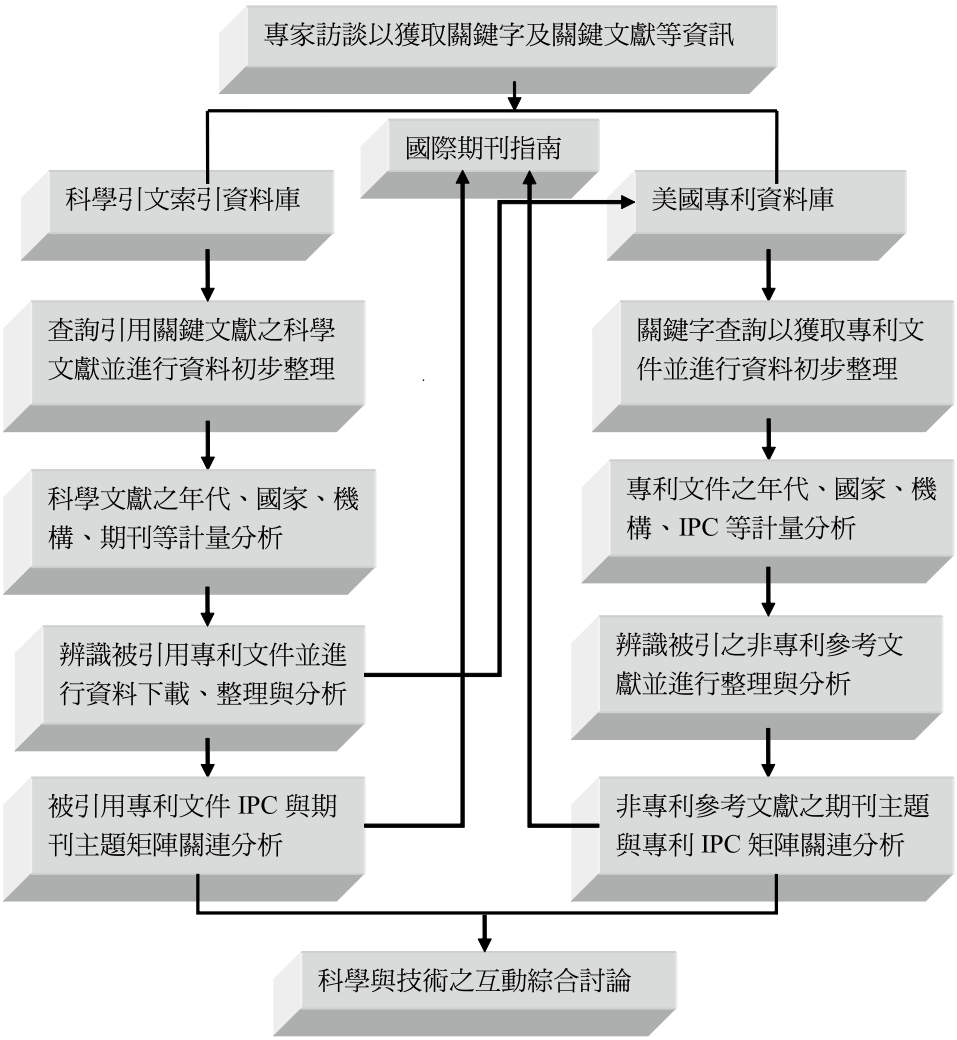
在國際期刊指南查詢期刊之主題標目以判定期刊的主題類別。國際期刊指南收錄了全世界超過三十萬種期刊的書目資料，包括有學術型期刊、開放存取出版品及一般雜誌等。由於收錄範圍廣而且可提供該刊物的主題標目等資訊，因此本研究藉由該資料庫來輔助辨識期刊的主題。

本研究著重於科學與技術間之關連分析，因此主要分析兩群文獻，其一為專利文件所引用之非專利參考文獻，此資料是由前述之1030筆專利之「Other Reference」欄位辨識出1603筆非專利參考文獻。其二為科學文獻所引用之專利，是由前述之3287筆科學文獻，在「CR」欄位中辨識美國專利號的資訊，共計142筆文獻引用了160件次專利。

(二) 研究限制

科學與技術的互動因果關係相當複雜，本研究由科學文獻與專利文件間的引用來分析互動，僅由計量方式來分析結果，引用動機則非本研究重點，Meyer（2000）曾以個案訪談收集專利發明者引用科學文獻的動機，發現有些由於無相關專利，因此引用科學文獻所提之現有技術（prior art），有些則因要綜論技術發展的背景而引用相關教科書，因此不能論斷該技術依賴科學之強度

臺灣大學學術期刊資料庫



圖一　研究方法與施行步驟

高，本研究僅依計量的結果進行有限度的詮釋科學與技術間的互動現象。

本研究主要以期刊文獻代表科學文獻，以專利文件代表技術文件，然科學文獻與技術文件所包納的範圍不止期刊文獻與專利，因此本研究之樣本資料範圍實相當有限。此外，由於專利上所記錄的非專利參考文獻的資訊不甚完整，本研究僅由當中可辨識的期刊文獻做為科學文獻的資訊來源，其他資料類型如專書或公司內部技術報告則未納入分析。

本研究之專利資料來源僅由美國專利

臺灣大學學術期刊資料庫

資料庫，未包含歐洲專利等資料。主題分類依據國際期刊指南所給定的主題標目，部份期刊雖有複分至次層標目，但本研究僅以廣義之第一層標目來定義期刊的主題特性，無法深入探討較細節的主題。另一方面，受限於科學引用索引資料庫授權之可查詢年代，本研究科學文獻出版年之起始年為1990年。此外，本研究以曾經引用巨磁阻兩篇開創文獻之科學文獻為樣本，未引用該兩篇文獻但相關於巨磁阻研究則未納入樣本資料進行分析，由於引文與關鍵字查詢是不同的方法來收集巨磁阻相關文獻，前者強調藉由引用關鍵論文（key paper）的關聯性來查詢資料，可由查詢所獲之資料來觀察關鍵論文之知識擴散現象，但所獲文獻不見得與該關鍵論文具相同的關鍵字組。後者之關鍵字查詢則著重在文獻中出現相同之關鍵字詞來產生關聯，因此所獲之文獻不見得會引用相同的文獻。以本研究為例，在SCIE中之Topic欄位以關鍵字查詢所獲資料約是以引文方式查詢的兩倍半，然其中約有四分之一的資料是與引文方式所獲資料相同的，但引文查檢所獲之資料有超過40%並未出現於以關鍵字查詢所獲之資料，因此兩種檢索方式各有其側重之處。理想狀況應是取這兩種檢索方式的結果聯集，較不會有遺漏重要文獻的問題，然而受限於實務上資料分析能力，因此本研究選擇以資料量較少的引文查檢所獲取資料來分析。

肆、研究結果與分析

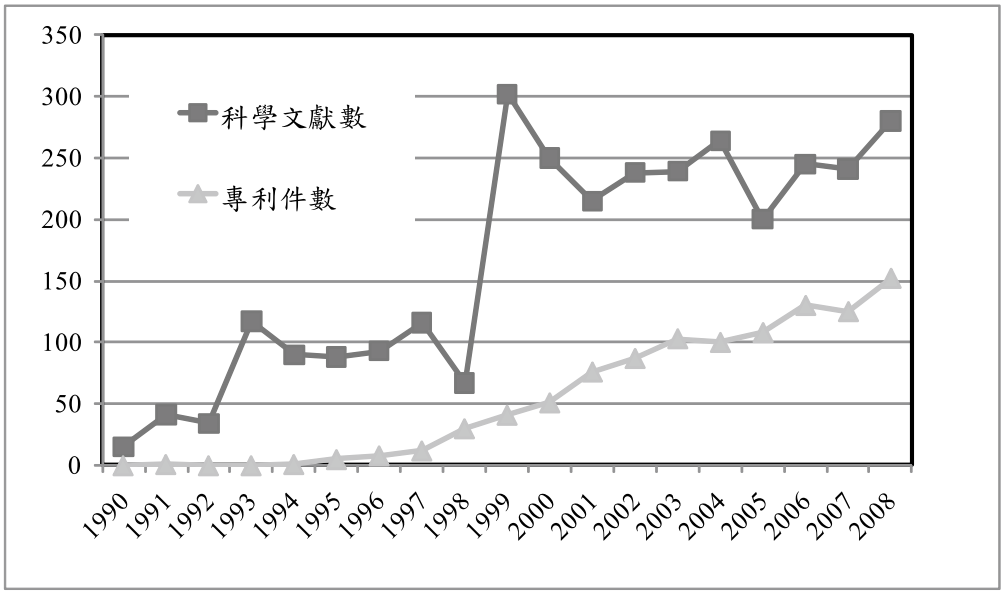
本研究分別由1030筆專利文件及3287筆科學文獻來探討科學與技術間互動。以下先報告兩批樣本文獻之基本統計資訊；其次進行技術文件之科學關連分析，即分析專利文件中的非專利參考文獻；第三部份提供科學文獻的技術關連分析，即觀察科學文獻中引用專利文件的概況。

一、樣本文獻之年代、國別、機構別、與IPC及期刊別統計：

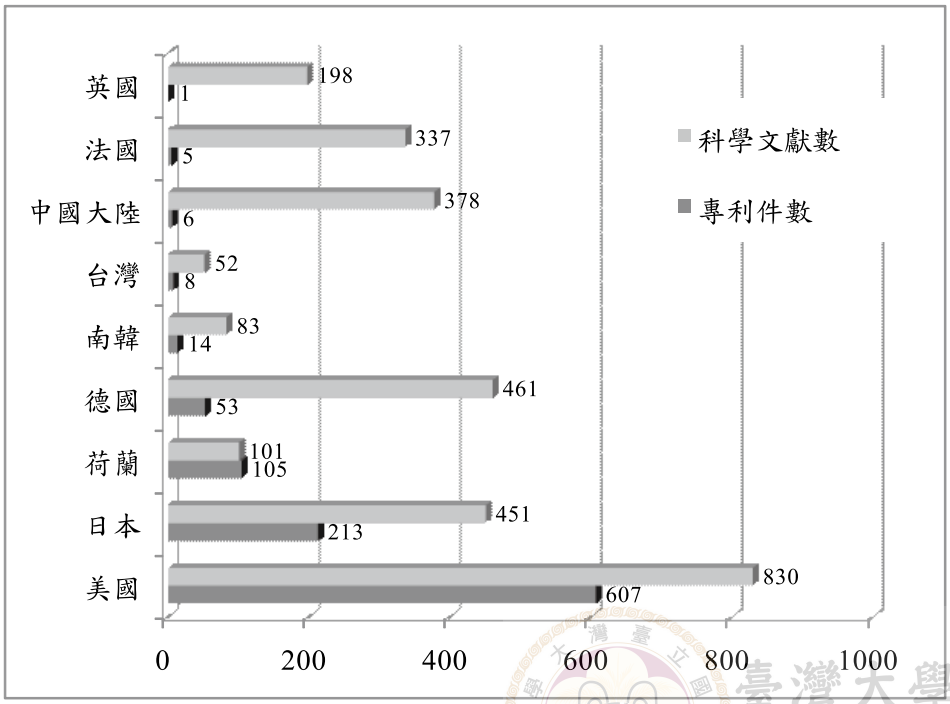
巨磁阻相關專利在1991年開始出現第一筆至2008年的152筆，圖二顯示每年核准的專利量逐年成長。在3287筆科學文獻中，1990年開始出現15筆引用巨磁阻效應主要貢獻者論文的科學文獻，1998至1999年的轉變最遽，由67篇提升到302篇，推測是因1997年應用巨磁阻技術之硬碟上市，在某種程度上引領了科學研究的風潮，2000年後每年大約是二百餘篇。

圖三包含科學文獻數前六名（美、德、日、中、法、英）與專利件數前五名（美、日、荷、德、南韓）以及台灣等九國的國家數量圖，美國在巨磁阻效應之科學研究與技術發展均居領先的地位；德國雖在科學文獻數量居第二名，但專利件數不多，僅53件（居第四名）；法國在科學文獻數量為第五名，但專利僅5件，英國也有類似的情況；中國大陸的科學文獻居第四位，但專利件數僅6件。值得注意的是，身為巨磁阻技術開創者的法國，其專利數量與科學文獻數量的高反

臺灣大學學術期刊資料庫



圖二　1990-2008年樣本文獻數趨勢圖



圖三　樣本文獻之國家數量圖

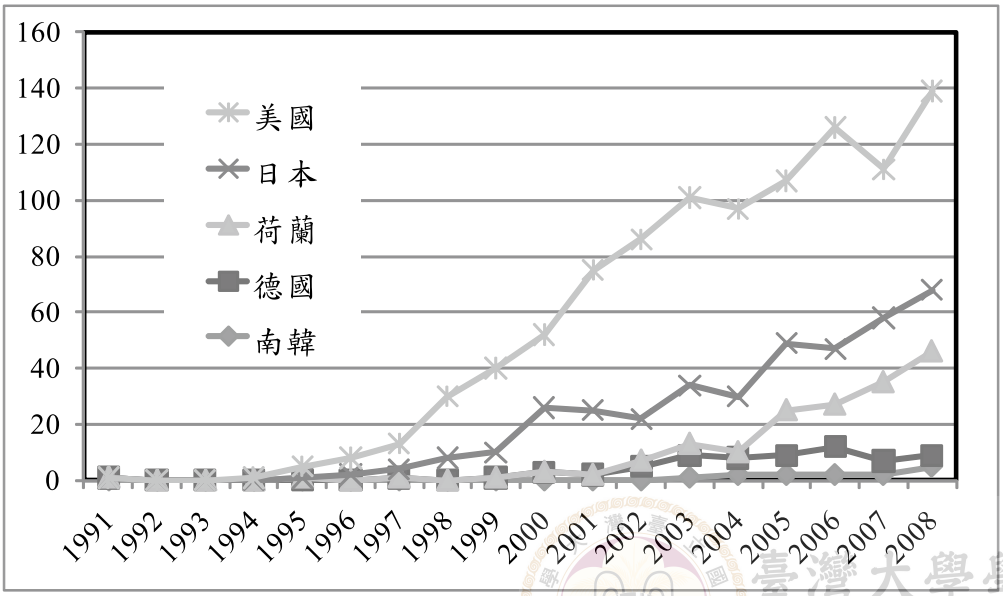
臺灣大學學術期刊資料庫

差有可能是法國公司並未向美國專利暨商標局申請專利，另一個可能的原因是跨國企業與高科技公司資金募集的方式導致專利所有權人的國別判讀上產生誤差。例如美國磁阻技術專門的Crocus Technology公司其關鍵技術是來自法國的實驗室，所以可能導致法國實驗室發表科學論文而美國公司取得專利。

專利件數居次的是日本與荷蘭，荷蘭的專利大多來自日立荷蘭子公司（Hitachi Global Storage Technologies Netherlands, B.V.（NL）），因此實應歸為日本的數量。台灣在巨磁阻科學與技術文獻均未入前五名，僅列入圖三與各國比較，在巨磁阻技術方面取得8件專利，其中五件是旺宏電子（Macronix International Co.）所擁有的專利，業界方面尚有台灣積體電路製造公司（Taiwan Semiconductor Manufacturing Company），學研單位則包括了中央大學及工業技術研究院等單位在此領域取得相關專利。

圖四是前五名國家之專利分年度數量圖，整體而言是正成長的趨勢，美國與日本在1997年之後加速專利的成長量，而南韓與德國則是近年才開始在此領域佈局，大多集中於半導體記憶體技術的佈局。

10件專利以上之機構數量圖請見表一左側。機構名稱在專利文件中時常出現名稱不一致（如Hitachi LTD或Hitachi, Ltd.）而將同一機構認定為不同機構，本研究已先過濾機構名稱之不一致狀況後才製圖表，其中Hitachi Global Storage Technologies（以下簡稱Hitachi GST）之筆數有99筆，因同屬日立



圖四　1991-2008年巨磁阻專利文件之前五名國家數量圖

臺灣大學學術期刊資料庫

表一　專利文件之專利權人與科學文獻之作者所屬機構統計

專利權人	件數	作者所屬機構	件數
Headway Technologies, Inc.	147	Chinese Acad Sci	119
Hitachi, Ltd.	135	Tohoku Univ	96
International Business Machines Corporation	108	CNRS	75
Seagate Technology LLC	43	Russian Acad Sci	65
Honeywell, Inc.	29	Polish Acad Sci	62
Read-Rite Corporation	27	Kyoto Univ	56
TDK Corporation	25	Nanjing Univ	56
Micron Technology, Inc.	25	Univ Paris 11	56
Kabushiki Kaisha Toshiba	23	IBM Corp	55
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha	22	Univ Oxford	51
Alps Electric Co., Ltd.	20	CSIC	48
Fujitsu Limited	18	Kfa Julich Gmbh	44
Sony Corporation	15	USN	42
Robert Bosch GmbH	13	Nagoya Univ	41
SAE Magnetics （H.K.） Ltd.	13	Argonne Natl Lab	40
Siemens Aktiengesellschaft	12	Natl Inst Stand & Technol	39
NEC Corporation	11	Michigan State Univ	38
Maxtor Corporation	11	Univ Tokyo	37
Motorola, Inc.	10	Natl Acad Sci Ukraine	36
Western Digital （Fremont）, Inc.	10	Osaka Univ	36
Integrated Magnetoelectronics	10	Univ Cambridge	33

公司，因此將名稱整合至Hitachi, Ltd.，合計135筆，數量僅次於Headway Technologies公司，比IBM公司稍多。Hitachi Global Storage Technologies有些來自日本（JP），有些來自荷蘭（NL）的專利，在機構別的統計，本研究整合至日立公司下，但國別則保留原始記錄，因此同屬日立公司的專利會被認定為不同國家。值得注意的是，Hitachi GST是日立公司於2003年併購IBM的硬碟部門而產生的新公司，因此其研發能量也受益於IBM原硬碟部門的研發團隊。而Hitachi GST擁有的專利中有5件是在2003年（公司成立）以前提出申請，推測應是由IBM提出申請，但核准日則在2003年之後，因而轉移至Hitachi GST。

表一右側為3287篇科學文獻作者所屬

臺灣大學學術期刊資料庫

機構統計排行，僅呈現次數超過三十次的機構，第一名是中國的中國科學院，其次是日本的東北大學（Tohoku University）與法國國家科學院（CNRS），大部份是學術機構，僅IBM公司、西班牙高等科學委員會CSIC（Consejo Superior de Investigaciones Cientificas）、美國海軍實驗室（USN）等商業公司或研究單位較特殊。

1030筆專利文件之三階IPC（International Patent Classification）號碼統計如表二，每件專利通常不止一個IPC號碼，而且通常是給予較細目的號碼，因此被歸類最多件次達1169次，比樣本文獻總數還高，表示雖給定不同之IPC細目號，但常常都是在三階IPC號為G11B之大類下，該大類為資訊儲存記憶體，其次是測量電或磁變量（G01R）、靜態儲存裝置（G11C）、半導體裝置（H01L）、磁體或電感及變壓

表二　專利文件之三階IPC號碼統計

IPC	類目描述	件次
G11B	基於記錄載體與轉換器之間之相對運動而實現的資訊儲存記憶體	1169
G01R	測量電變量；測量磁變量	365
G11C	靜態儲存裝置	241
H01L	半導體裝置；其他類目未包括的電固體裝置	224
H01F	磁體；電感；變壓器；依磁性能選擇的材料	210
G01D	非專用於特定變量的測量	82
G01B	長度、厚度、角度、面積等之測量	60
G01P	線速度或角速度、加速度、減速度或衝擊之測量	44
H04R	揚聲器，微音器，留聲機的拾音器或類似的音響電氣機械轉換器	30
H03K	脈衝技術	27
G01N	由化學或物理成份來分析材料	27
C23C	對金屬材料之鍍覆；用金屬材料對材料之鍍覆；表面擴散法	26
G01L	測量力、應力、轉矩、功、機械功率、機械效率或流體壓力	17
B60R	其他類不包括的車輛，車輛配件或車輛部件	15
B41J	打字機；選擇性印刷之印刷機構，即不用印版之印刷機構	15
A61N	電療；磁療；放射療；超音波療	13
H02H	緊急保護電路裝置	13
H01H	電開關；繼電器；選擇器；緊急保護裝置	13
G01V	地球物理；重力測量；物質或物體的探測；示蹤物	12
G03F	圖紋面之照相製版工藝，如印刷工藝，半導體裝置之加工工藝	11

臺灣大學學術期刊資料庫

器（H01F）等，較多是G類（物理）與H類（電學），少數是在C類（化學；冶金；組合化學）、B類（作業、運輸）及A類（人類生活需要）。

3287筆科學文獻之刊登期刊統計如表三，磁學與磁性材料（Journal of Magnetism and Magnetic Materials）是刊登次數最多的期刊，其他包括應用物理、材料、儀器等相關之刊物。

二、技術文件之科學關連分析：

本研究由專利文件來觀察技術的發展，而科學文獻則呈現科學的進展，分析每筆專利的引用欄位中，若該專利引用非專利參考文獻（Non-patent references, NPRs）即表示該技術與科學間的連結性較高，因該專利曾參考專利以外的資訊，而非僅參考代表技術的專利文件。

巨磁阻相關之1030筆專利中，總共引用

表三　科學文獻刊登期刊統計

期刊名	筆數
Journal of Magnetism and Magnetic Materials	405
Physical Review B	392
Journal of Applied Physics	375
IEEE Transactions on Magnetics	108
Applied Physics Letters	103
Journal of Physics-Condensed Matter	103
Physical Review Letters	91
Physica B-Condensed Matter	70
Journal of Physics D-Applied Physics	50
Surface Science	46
Thin Solid Films	44
Acta Physica Sinica	36
Materials Science Forum	34
Journal of Alloys and Compounds	28
Materials Science and Engineering B-Solid State Materials for Advanced Technology	28
Proceedings of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers（SPIE）	27
Sensors and Actuators A-Physical	27
Applied Surface Science	22
Physics Letters A	22
Solid State Communications	22
Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B-Beam Interactions with Materials and Atoms	20

臺灣大學學術期刊資料庫

15777篇文獻，平均每件專利引用15.3篇文獻，其中引用專利參考文獻的總數是14174篇，平均每件專利引用13.76篇專利文件，而引用非專利參考文獻則是1603篇，約佔全部引用文獻的10%，引用非專利參考文獻的比例並不高。

被引用文獻的類型區分為專利參考文獻（Patent_Ref），國外專利參考文獻（Foreign_Ref）與非專利參考文獻（Non-Patent_Ref）等三種。由圖五可觀察之現象：隨著專利量的增加，整體專利所引用文獻數亦呈現成長的趨勢，非專利參考文獻亦隨著整體趨勢而增加數量。

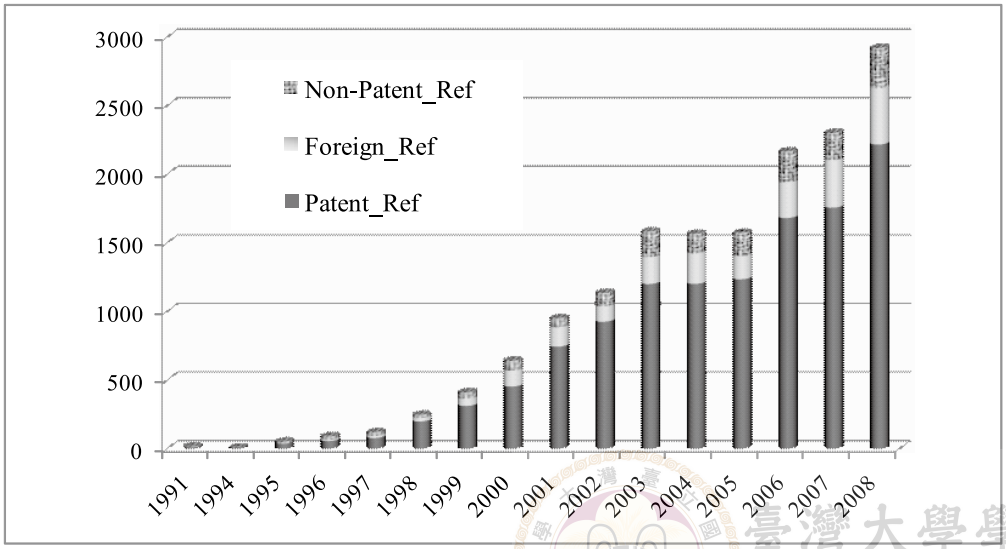
由於本研究著重於專利文件引用非專利參考文獻的分析，試圖呈現技術與科學間的連結，以下進行非專利參考文獻的相關分析。

(一) 非專利參考文獻數量分佈

表四是非專利參考文獻之被引用數量分佈，1030件專利中，53.2%未引用任何一篇非專利參考文獻，曾經引用非專利參考文獻的482件專利中，最多是引用一篇非專利參考文獻（154件專利），其次是引用二篇（84件專利），平均每件專利引用1.56篇之非專利參考文獻。

(二) 非專利參考文獻之被引用年與專利申請年時間差

在1603筆之非專利參考文獻中有128筆未註記年代，無法計算與專利申請年的時間差資訊，因此以1475筆來分析。圖六是將非專利參考文獻與專利申請年之時間差與次數所佔百分比之折線圖，呈現高峰群資料落在0至4年，時間差越長，引用比例越低的趨

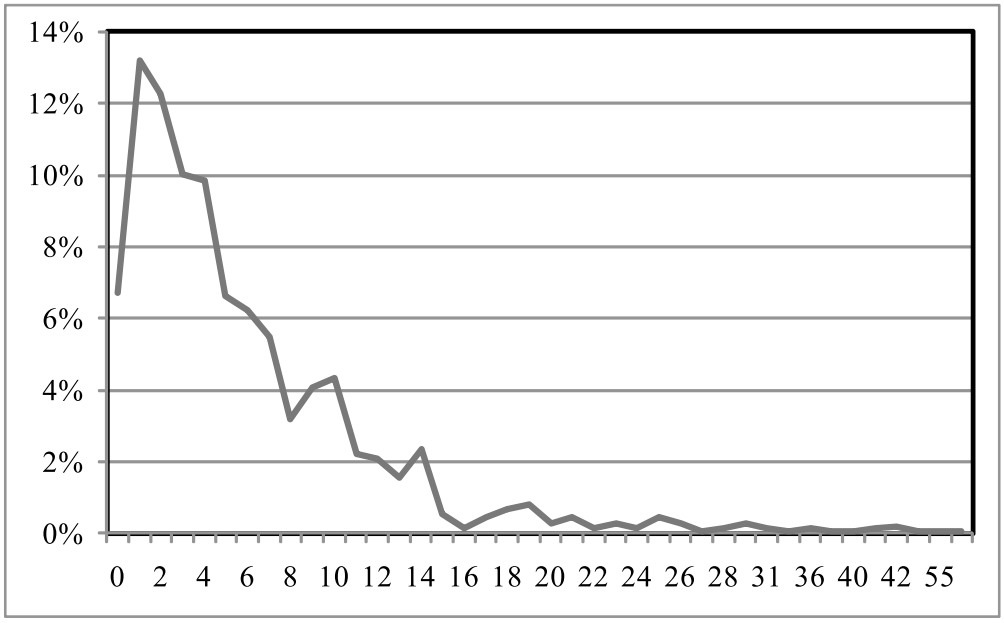


圖五　引用文獻數量逐年趨勢圖

臺灣大學學術期刊資料庫

表四　非專利參考文獻之被引用數量分佈

每專利引用NPR數	件次	比例
0	548	53.2%
1	154	15.0%
2	84	8.2%
3	55	5.3%
4	50	4.9%
5	37	3.6%
6	44	4.3%
7	28	2.7%
8	17	1.7%
9	3	0.3%
10	2	0.2%
11	8	0.8%



圖六　非專利參考文獻與專利申請年之時間差與次數所佔百分比之折線圖

臺灣大學學術期刊資料庫

勢。顯示巨磁阻效應技術多數受到近年相關科學的影響。此外，其中有52筆的時間差出現負值，顯示該專利所引用之非專利參考文獻的出版年晚於該專利之申請年，檢視該52筆資料，有些是專利審查時，專利審查員後來才加上的（cited by examiner），因此會出現非專利參考文獻的引用年代晚於專利申請年的現象。

(三) 非專利參考文獻中之期刊文獻統計與主題類別的分佈

非專利參考文獻之資料類型包括期刊文獻、會議論文、技術報告、教科書、內部技術文件等等，由於專利文件之非專利參考文獻中所提供的資訊相當不完整，多以縮寫或簡稱來記述人名或出版刊物名稱等資訊，因此，本研究僅以當中可辨識之期刊文獻進行主題類別的分析。表五是非專利參考文獻之被引用次數的統計，許多資訊記載不完整，1603筆之非專利參考文獻中約有775筆無法在國際期刊指南中找到ISSN（International Standard Serial Number），該表是由較完整的刊名中對應到ISSN再計次，並將該刊在國際期刊指南被歸類的主題列於表中，僅摘錄被引用4次以上的期刊列在表。被引用最多次的期刊是IEEE Transactions on Magnetics，該刊在2008年Journal Citation Reports（JCR）的Impact Factor為1.129，在ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC之主題類別排名110（該類共229種刊名），而在PHYSICS, APPLIED之類別排名為153（該類共298種刊名）並不高，可見該刊在學術期刊中的引用次數不太高，但在專利文件的被引用次數卻是最高的，相較於第二名的Journal of Applied Physics多了將近兩倍的引用次數。與前節之表三所呈現的科學文獻之刊登期刊之次數統計，前五名的刊物包括IEEE Transactions on Magnetics、Journal of Applied Physics以及Applied Physics Letters等三種期刊是重疊的，但排名次序有些變動，較特殊的是IBM公司公開發行的刊物IBM Technical Disclosure Bulletin（ISSN: 0018-8689）亦列入前五名，顯見對於技術發展者，此刊物登載之資訊相當具參考價值。

將可辨識的828筆期刊文獻的主題類目計次，並依刊名在國際期刊指南查得其主題歸類，有些期刊會被重複歸類於不同的主題類目下，如此則重複計次，以反應該刊的跨主題特性。圖七是以主題繪製的圓形圖，顯示工程及物理的主題為大宗被引用的學門，這相當符合巨磁阻效應的特色。此外，電腦、化學、科學、生物、電子、醫學、儀器等主題的期刊亦曾被巨磁阻效應專利所引用，呈現該技術所參考的科學類別相當多元。再進一步細看工程及物理中包含期刊主題的子類項目，工程包含機械工程、工業工程、材料工程、化學工程、電子工程等。以物理而言，大部份歸類於最廣義的層次：物理，其他尚有被細分為電子物理、熱物理及光學物理等子類。

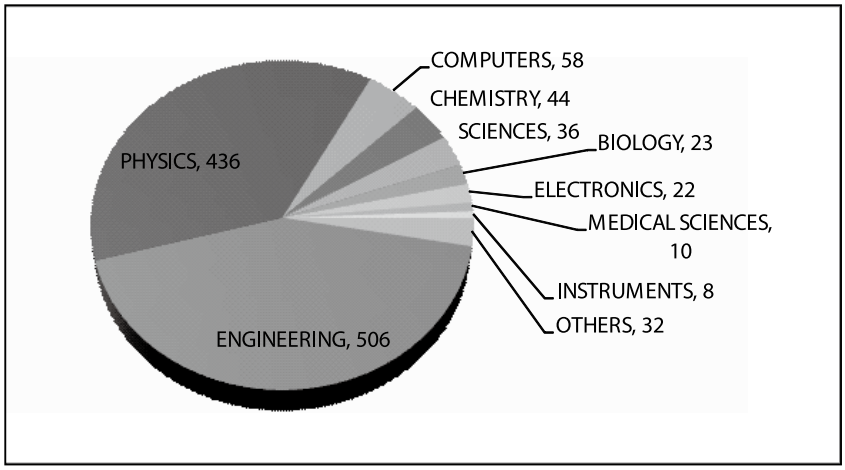
臺灣大學學術期刊資料庫

表五　非專利參考文獻之期刊文獻統計及主題類別

期刊名	主題	被引次數
IEEE Transactions on Magnetics	ENGINEERING-ELECTRICAL ENGINEERING	227
Journal of Applied Physics	PHYSICS ENGINEERING	118
Applied Physics Letters	PHYSICS ENGINEERING	58
Physical Review Letters	PHYSICS	47
I B M Technical Disclosure Bulletin	COMPUTERS-ELECTRONIC DATA PROCESSING	45
Physical Review B	PHYSICS	39
Journal of Magnetism and Magnetic Materials	PHYSICS	33
Science	SCIENCES: COMPREHENSIVE WORKS	28
IEEE Spectrum	ENGINEERING- ELECTRICAL ENGINEERING	16
Magnetics Society of Japan. Journal	PHYSICS	15
Sensors and Actuators A	PHYSICS - ELECTRICITY	13
IEEE Transactions on Components	ENGINEERING-ELECTRICAL ENGINEERING	12
Sensors	CHEMISTRY-ANALYTICAL CHEMISTRY BIOLOGY-BIOCHEMISTRY	11
Physical Review*	PHYSICS	6
Thin Solid Films	PHYSICS ENGINEERING	6
Review of Scientific Instruments	INSTRUMENTS	6
Journal of the Physical Society of Japan	PHYSICS	6
Journal of Vacuum Science & Technology	PHYSICS	5
Surface Science	PHYSICS CHEMISTRY-PHYSICAL CHEMISTRY	5
Analytical Chemistry	CHEMISTRY-ANALYTICAL CHEMISTRY	5
Science Magazine	SCIENCES: COMPREHENSIVE WORKS	4
Society for Information Display. Journal	COMPUTERS-COMPUTER GRAPHICS	4
Magnetic Resonance in Medicine	PHYSICS ENGINEERING CHEMISTRY	4
Journal of Physics D: Applied Physics	PHYSICS ENGINEERING	4
IEEE Journal of Solid State Circuit	ENGINEERING-ELECTRICAL ENGINEERING	4

*註：Physical Review期刊以A, B, C, D, E等區分不同次領域的期刊，由於非專利參考文獻僅著錄刊名簡稱，雖推測應屬於Physical Review B（凝態物理）較有可能，但部份資訊不足，無法判定列於Physical Review之6筆資料是屬哪一次領域。

臺灣大學學術期刊資料庫



圖七　非專利參考文獻之期刊文獻主題分佈圖

(四) 非專利參考文獻之期刊主題與專利IPC之關連

將前述曾引用非專利參考文獻之專利之IPC號與被引用之期刊主題製作兩兩主題關聯矩陣後，刪除兩者關連較少次數的資訊後，呈現結果如圖八。物理及工程是被引用最多的學科，其次尚有電腦、化學等。而與該學科關聯較強之專利IPC是G11B（資訊儲存記憶體）、G01R（測量磁電變量）、H01L（半導體裝置）、G11C（靜態儲存裝置）、H01F（磁體或電感及變壓器）、C23C（對金屬材料之鍍覆）等類別。

三、科學文獻的技術關連分析：

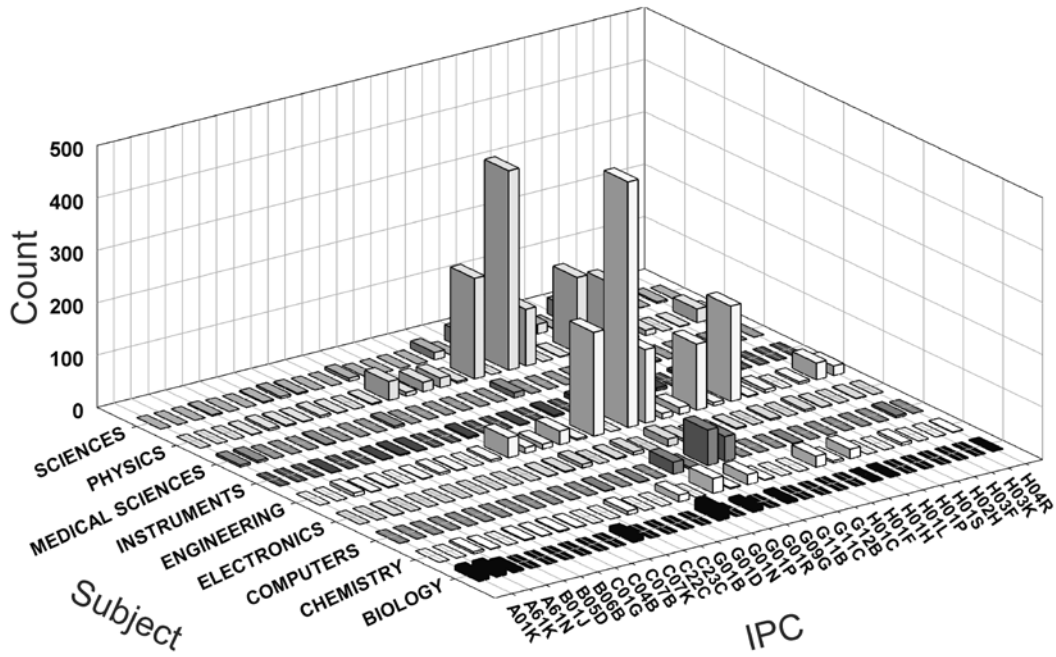
本研究由巨磁阻效應之科學文獻來觀察科學的發展，3287筆樣本文獻中僅142篇文獻曾引用專利文件，比例相當低，僅約4%的科學文獻與專利文件有關連，此比例高於Glänzel & Meyer（2003）彙整所有學科引用專利的比例1.7%，因此巨磁阻效應之科學與技術的關連相較於所有學科是較高的。每篇科學文獻大多僅引用一件專利，但亦曾有單篇科學文獻引用了六件專利。下列分析結果即由142筆文獻所引用之160件次專利來呈現科學至技術間的互動。

(一) 引用專利文件數量分佈及高被引專利概況

由曾經引用專利的142筆科學文獻整理每篇文獻引用專利的件數，詳如表六。66%的文獻僅引用一件專利，但也有2篇文獻各引用了6件專利，曾引用專利之科學文獻平均每篇引用1.13件專利。

被引專利文件共計160件次，其中有一件為暫時申請案（Provisional U.S. Patent），因此無法在美國專利資料庫找到確切的書目資料，合併及刪除重複出現的專利，共計99件。表七列出被引用四次以上的專利號及其

臺灣大學學術期刊資料庫



圖八　非專利參考文獻之期刊主題與專利IPC關連矩陣圖

表六　引用專利文件數量分佈

引用專利件數	篇數	百分比
1	65	66%
2	18	18%
3	7	7%
4	4	4%
5	2	2%
6	2	2%

發明人與專利權人。被引用次數最多次專利的發明人是IBM公司的Stuart S. P. Parkin，其次是獲得2007年諾貝爾物理學獎的Peter Grünberg。高被引專利的專利權人有多件是IBM公司，可見該公司在巨磁阻效應相關專利佈局與科學文獻之關連密切。

(二) 專利文件之被引用年與科學文獻出版年之時間差

將曾引用專利之科學文獻出版年與被

臺灣大學學術期刊資料庫

表七　高被引專利之發明人與專利權人

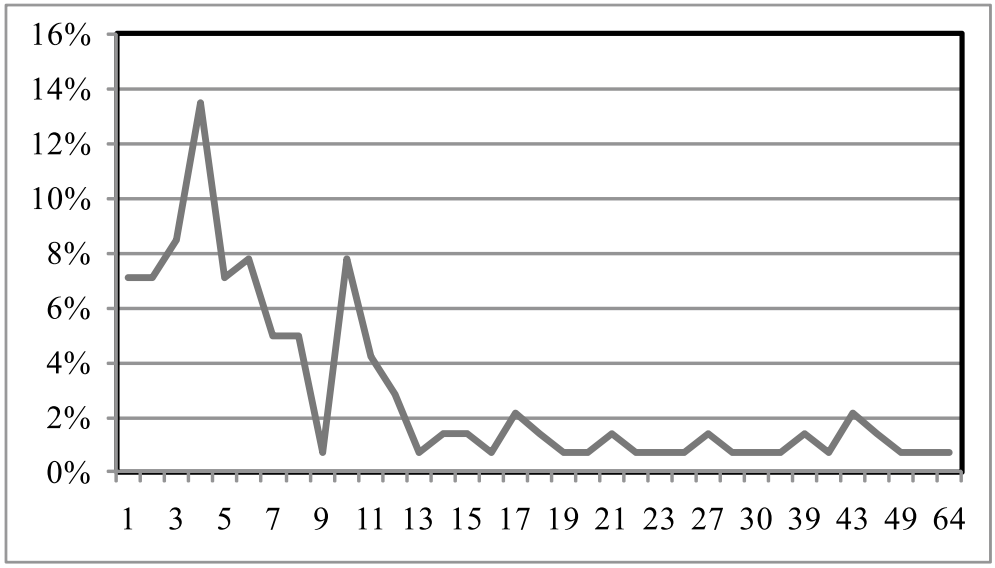
專利號	發明人	申請人（專利權人）	被引用次數
06834005	Parkin; Stuart S. P.（US）	International Business Machines Corporation（US）	7
04949039	Grunberg; Peter（DE）	Kernforschungsanlage Julich GmbH（DE）	6
05287238	Baumgart; Peter M.（US）| Dieny; Bernard（FR）| Gurney; Bruce A.（US）| Nozieres; Jean-Pierre（FR）| Speriosu; Virgil S.（US）| Wilhoit; Dennis R.（US）	International Business Machines Corporation（US）	6
05206590	Dieny; Bernard（US）| Gurney; Bruce A.（US）| Lambert; Steven E.（US）| Mauri; Daniele（US）| Parkin; Stuart S. P.（US）| Speriosu; Virgil S.（US）| Wilhoit; Dennis R.（US）	International Business Machines Corporation（US）	5
05465185	Heim; David E.（US）| Parkin; Stuart S. P.（US）	International Business Machines Corporation（US）	4
05703805	Tehrani; Saied N.（US）| Chen; Eugene（US）| Durlam; Mark（US）| Zhu; Xiaodong T.（US）	Motorola（US）	4
05874749	Jonker; Berend T.（US）	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy（US）	4
06545906	Savtchenko; Leonid（US）| Engel; Bradley N.（US）| Rizzo; Nicholas D.（US）| Deherrera; Mark F.（US）| Janesky; Jason Allen（US）	Motorola, Inc.（US）	4

引用專利之公告日之時間差與次數所佔百分比之折線圖九，最多比例落在時間差四年，但時間差十年的比例也不低，共計11篇科學文獻曾引用10年前公告的專利。最長的時間差是64年，曾有2003年出版的科學文獻引用1939年的專利，該專利雖已過了專利保護期，但仍有科學文獻引用該專利。

(三) 被引專利之專利權人與科學文獻作者所屬機構統計

由曾經引用專利之期刊文獻觀察其作者所屬機構，是否與被引專利之專利權人有關連？表八呈現兩種機構別的排名，左側是依被引專利之專利權人排名，IBM公司的專利是被科學文獻引用最多次的專利，右側是依曾經引用專利之科學文獻作者所屬機構之

臺灣大學圖書館 期刊資料庫



圖九　專利文件之被引用年與科學文獻出版年之時間差次數所佔百分比之折線圖

表八　被引專利之專利權人與科學文獻作者所屬機構統計

被引專利之專利權人	專利件數	引用專利文件之科學文獻作者所屬機構	文獻篇數
International Business Machines Corporation	25	Iowa State Univ	17
Motorola, Inc.	4	USN	10
Kabushiki Kaisha Toshiba	3	Rhein Westfal TH Aachen	7
Seagate Technology LLC	3	Indian Inst Technol Guwahati	6
U.S. Philips Corporation	3	Seagate Technol	6
The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	3	Univ Paris 11	6
Hewlett-Packard Company	2	Univ Virginia	6
Allied Chemical Corporation	2	Argonne Natl Lab	5
Hitachi Global Storage Technologies	2	CEA	5
Sensormatic Electronics Corporation	2	Chinese Acad Sci	5
NVE Corporation	2	Data Storage Inst	5
Nonvolatile Electronics, Incorporated	2	Natl Univ Singapore	5

臺灣大學學術期刊資料庫

發表篇數來排名，是愛荷華州立大學的研究與技術關連較高，大部份仍是大學等學術機構為主，同時出現在兩側的機構名為美國海軍實驗室（左側名稱為The United States of America as represented by the Secretary of the Navy，右側名稱為USN），該機構同時在科學研究與技術發展上都保持一定程度的關注。

(四) 期刊與專利主題類別分佈及關連矩陣

表九的左側是曾引用專利之142篇文獻依刊名統計的篇數，並藉由國際期刊指南（Ulrich's Periodicals Directory）判別其主題類別。Journal of Applied Physics與Physical Review B是較常會引用專利的學術期刊，呈現與技術發展較密切的連結。與代表技術的專利產生關連的學科主題包括物理、工程、化學、醫學等不同學科的期刊。整併後之99筆被引用專利的三階IPC（IPC類目描述請參見表二）統計如表九右側，被歸類至H01L（半導體裝置）之件次最多，與表二中所呈現之巨磁阻相關專利統計之首位是G11B（資訊儲存記憶體）不太相同，但前五名類別是重疊的，僅排名先後順序不太相同。

將被引用之期刊主題與曾引用期刊文獻之專利之IPC號，製作兩兩主題關聯矩陣後，刪除兩者關連較少次數的資訊後，呈現

表九　曾引用專利之期刊文獻刊名與被引專利之IPC號統計

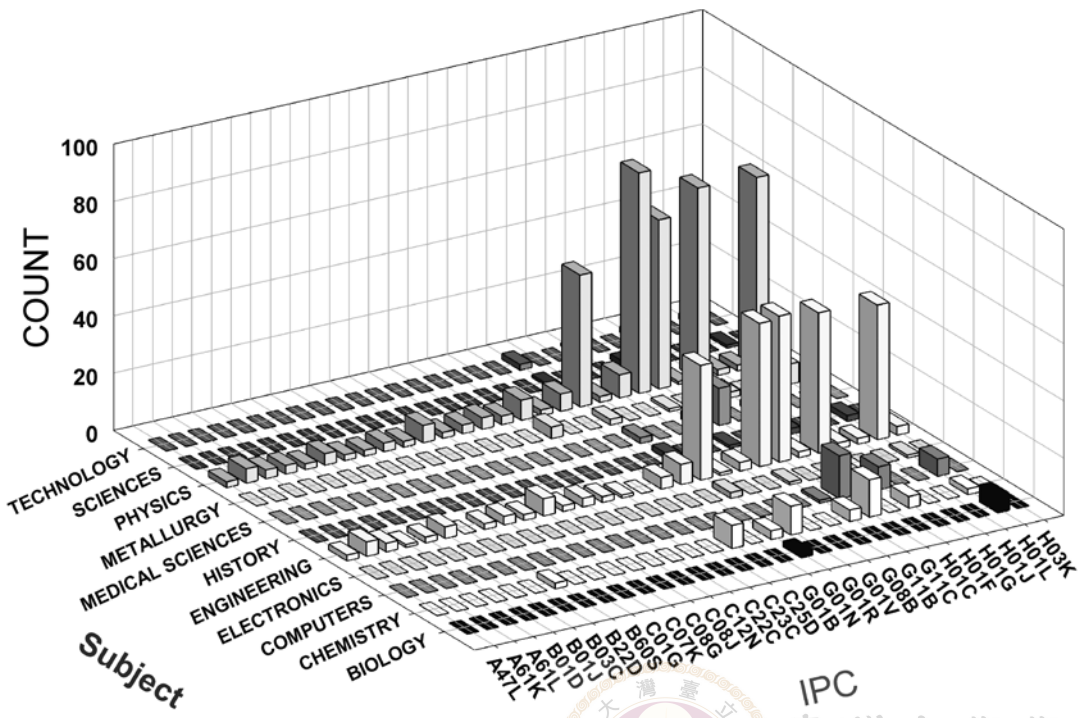
曾引用專利之期刊文獻			被引專利	
期刊名	主題	篇數	IPC	件次
Journal of Applied Physics	PHYSICS ENGINEERING	11	H01L	70
Physical Review B	PHYSICS	11	H01F	62
IEEE Transactions on Magnetics	ENGINEERING-ELECTRICAL ENGINEERING	8	G11B	60
Journal of Magnetism and Magnetic Materials	PHYSICS	8	G11C	55
Journal of Nanoscience and Nanotechnology	PHYSICS MEDICAL SCIENCES ENGINEERING CHEMISTRY	6	G01R	39
Journal of Physics D-Applied Physics	PHYSICS ENGINEERING	6	C25D	13
Applied Physics Letters	PHYSICS ENGINEERING	5	G01N	9
Journal of Physics-Condensed Matter	PHYSICS	5	C08G	6
Analytical Chemistry	CHEMISTRY-ANALYTICAL CHEMISTRY	4	A61K	5
Proceedings of the IEEE	ENGINEERING-ELECTRICAL ENGINEERING	4	G08B	5

臺灣大學學術期刊資料庫

結果如圖十。常被引的IPC主題如G11C（靜態儲存裝置）、G01R（測量電磁變量）與G11B（資訊儲存記憶體）等技術，除了常被物理及工程學門引用外，化學等學科也曾引用該技術。圖中的HISTORY學門來自於Technology and Culture期刊，國際期刊指南給予其中一個主題標目為HISTORY，該刊物登載之文獻曾引用巨磁阻相關專利。

伍、結論與建議

本研究由巨磁阻之科學文獻與專利文件來觀察科學與技術間互動的軌跡，近二十年間學術與專利文獻量均呈成長趨勢，整體貢獻較高的國家包括美國與日本，但科學文獻發表量較多的德、法、英等國在專利文件數量上不高，可能是本研究未納入歐洲專利資料而無法呈現相關資訊。此外，目前許多公司全球佈局，有些屬於荷蘭的專利，實為日立公司之荷蘭分公司，但未納入日本，因此國家別的分析僅能提供部份的資訊。機構別的整體分析中，科學文獻是由中國的中國科學院發表量最高，而專利則是Headway Technology公司擁有最多巨磁阻專利。巨磁阻相關專利多為資訊儲存記憶體、測量電或



圖十　被引用之專利IPC與期刊主題關連矩陣圖

臺灣大學學術期刊資料庫

磁變量、靜態儲存裝置、半導體裝置、磁體或電感及變壓器等技術的應用。

在技術文獻之科學關連分析中，主要分析非專利參考文獻的概況，結果顯示科學文獻僅佔所有技術文獻之參考文獻的10%，平均每件專利引用1.56篇非專利參考文獻，由巨磁阻技術至科學的互動並不高。在引用年代時間差的分析中，發現技術文獻大多引用四年內的科學文獻，有些引用是專利審查員後來才加上的，因此技術文獻與科學的關連並不全來自發明人。巨磁阻技術較常參考的主題是工程及物理，其次是電腦、化學等學科，而IEEE Transactions on Magnetics與Journal of Applied Physics是較常被引用的期刊。

在科學文獻的技術關連分析中，主要分析在巨磁阻科學文獻中之被引專利的概況，結果顯示僅約4%的科學文獻曾引用代表技術的專利文件，曾引用專利之科學文獻平均每篇引用1.13件專利，由巨磁阻科學至技術之互動低。高被引專利之發明人包含了2007年諾貝爾獎的物理學得獎人，高被引專利之專利權人則有多件是IBM公司，呈現該機構之專利技術與科學之關連較密切。專利被引用年與科學文獻出版年時間差分析中，最多比例的被引用年代差落在3至5年間，時間差10年所公告專利之被引用率出現另一高峰，似乎技術文件的影響時間可持續較長。分析被引專利之專利權人與科學文獻作者所屬機構，美國海軍實驗室同時榜上有名，該機構兼俱科學研究與技術發展的能力。Journal of Applied Physics與Physical Review B是較常會引用專利的學術期刊，呈現與技術發展較密切的連結，而半導體裝置、磁體或電感及變壓器相關的專利則較常被科學文獻所引用。

無論是由技術文件所引之科學文獻，或是科學文獻所引之技術文件，以上兩組資料所呈現之常被引主題差異不大，雖排序略有變動，但大致上仍集中於前述所提的期刊主題與IPC類別。

一般而言，會引用專利的科學文獻是因該專利所提的技術尚未能在已發表的科學文獻查得，在巨磁阻領域中，確實有部份技術是產業界領先學術界。由於專利強調新穎性，通常實驗室的研究成果若同時考慮申請專利與科學文獻的發表，會優先申請專利，其次才會發表科學文獻，因此被引用之專利技術往往是對該科學文獻具影響力，本研究結果IBM公司的專利雖然並非件數最多的機構，但被科學文獻引用最多，表示IBM公司在巨磁阻技術上領先學術研究的進展。然而引用科學文獻的專利，Meyer（2000）之研究論及相當多種可能性，亦曾有專利發明人雖受到科學文獻的影響，但並未引用非專利參考文獻，顯示若干技術與科學間的互動實未能在非專利參考文獻中呈現相關事實。若來自發明人自己引用的科學文獻，有些是來自合作機構的研究夥伴的著作，可呈現學研組織與產業合作的資訊。另外尚有來自專利審查員的引用，則著重於現有技術（prior art）的說明。

整體而言，自1988年巨磁阻效應之科

臺灣大學學術期刊資料庫

學研究發現，到1997年落實在產業上的應用，至今經歷20餘年，此技術仍不斷成長進步，但相關文獻所呈現之科學與技術間互動在數量的表現上並不算太高，此領域之學術界與產業界雖有若干互動，然而文獻計量分析結果僅能呈現部份資訊。此外，本研究以科學文獻代表科學研究，實際上，學術期刊當中尚區分為基礎研究與應用研究，若干應用研究型的期刊其實內容較接近產業技術，因此概括認定為科學研究其實不盡然客觀，如IEEE Transactions on Magnetics的讀者許多來自產業界。本研究結果顯示專利引用之非專利參考文獻之前五名之刊物雖為學術期刊，除Physical Review Letters外，其他刊物之內容本質上較接近應用型研究，如Applied Physics Letters及IBM Technical Disclosure Bulletin。嚴格來說，尚需進一步區辨基礎與應用研究之不同屬性的期刊，才能反映科學文獻中的技術發展資訊，單純由專利與科學文獻之互引狀況來探討科學與技術間互動實有其限制。

本研究由於在主題歸類上僅以較廣義層次的主題，未深入主題的細節，因此無法由主題間之交互引用關連判定其因果，導致未能進一步地觀察科學與技術的互動，未來可朝向被引用專利在科學文獻中引用的位置來分析該被引用技術對該科學的重要性，或者探究非專利參考文獻之被引原因，深入剖析巨磁阻效應之科學與技術的互動。

註釋

註 1：http://patft.uspto.gov/

註 2：http://www.ulrichsweb.com/ulrichsweb/

參考書目

章效鋒Zhang, Xiao Feng（2006）。*清晰的奈米世界：初探電子顯微鏡The explicit nanoworld*。臺北市Taipei：五南We-Nan Book Co. Ltd.。

黃榮俊Huang, Jung-Chun、許峻瑜Hsu, Chun-Yu（2007）。2007諾貝爾物理獎專題報導：巨磁阻效應之物理原理與應用 Report on 2007 Nobel Physics Prize: Ju ci zu xiao ying zhi wu li yuan li yu ying yong。*成大研發快訊Research Express at NCKU，1*（9）。Retrieved date: Aug, 15, 2009。Website: http://proj.ncku.edu.tw/research/articles/c/20071019/8.html

Baibich,M.N., Broto, J.M., Fert, A., Nguyen van Dau, F., Petroff, F., Eitenne, P., Creuzet, G., Friederich, A., & Chazelas, J. (1988). Giant Magnetoresistance of (001)Fe/(001)Cr Magnetic Superlat-tices, *Physical Review Letters, 61*, 2472-2475.

Binasch, G., Grunberg, P., Saurenbach, F., & Zinn, W. (1989). Enhanced magnetoresis-tance in layered magnetic structures with antiferromagnetic interlayer exchange, *Physical Review B, 39*, 4828-4830.

臺灣大學學術期刊資料庫

Price, D. J. de Solla (1965). Is technology historically independent of science? A study in statistical historiography, *Journal of Technology and Culture, 6,* 553-568.

Gao, X., & Guan, J. (2009). Network of scientific journals: an exploration of Chinese patent data. *Scientometrics, 80*(1), 283-302.

Glänzel, W., & Meyer, M. (2003). Patent cited in the scientific literature: an exploratory study of 'reverse' citation relations. *Scientometrics, 58*(2), 415-428.

Lo, S.S. (2009). Scientific linkage of science research and technology development: a case of genetic engineering research. *Scientometrics*, DOI 10.1007/s11192-009-0036-8

Meyer, M. (2000). Does science push technology? Patent citing scientific literature. *Research Policy, 29*, 409-434.

Meyer, M. (2001). Patent citation analysis in a novel field of technology: an exploration of nano-science and nano-technology. *Scientometrics, 51*(1), 163-183.

Narin, F., & Noma, E. (1985). Is technology becoming science? *Scientometrics, 7*(3-6), 369-381.

Narin, F., Hamilton, K.S., & Olivastro, D.(1997). The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy, 26*, 317-330.

The Nobel Foundation (2007). *Nanotechnology gives sensitive read-out heads for compact hard disks*. Retrieved August 15, 2009, from http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2007/press.html

Verbeek, A. et al. (2001). Linking science to technology: using bibliographic references in patents to build linkage schemes. *Scientometrics, 54*(3), 399-420.

（收件日期：98年8月26日　接受日期：98年9月10日）

臺灣大學學術期刊資料庫