



重離子微孔防偽技術 之初探

曲文豪

摘要

重離子微孔防偽技術是在兩種高新科技研究成果的基礎上發展起來的，一種是孔膜技術，另一種是重離子平版印刷術。它是利用非直接輻照成像方法製造的，也就是重離子平版印刷術在防偽領域中的發展和應用。

重離子微孔防偽標識的新穎之處，在於它的微孔技術的特性是孔徑非常小，且均一的大量微孔組成的圖案；是屬於高能粒子類防偽技術中的重要一種，利用『核軌跡防偽膜製造方法』生產的『重離子微孔防偽標識』，是原子能科學與其他多學科技術結合的高科技產品，更為防偽印刷產業帶來了希望和生機。

關鍵詞：重離子微孔技術、離子加速器、核子反應堆、防偽技術。

一、前言

偽造、假冒類違法犯罪活動自古就有，是商品市場競爭中的必然現象，只要有市場經濟，有利益主體間的差別，假冒活動就難以避免。當今世界各國的商品市場，沒有不受假冒偽劣產品衝擊者。偽造和假冒與愛滋病、販毒和吸毒、環境污染已並列為世界四大公害。在全世界，偽造與假冒類違法犯罪活動，幾乎與科學技術的進步、金融貿易的發展同步進行。據報，世界上假冒產品總值估算超過 2500 億美元。1997 年 12 月 2 日世界衛生組織發佈的公報指出：1982 年～1997 年至少在 28 個國家發現 751 起假藥事件，其中 65% 發生在發展中國家，25% 在發達國家。聯合國 1998 年公佈的一項市場調查顯示：各國冒牌商品交易占世界貿易總額的 5%，給各廠商造成的經濟損失高達 1380 億美元，是僅次於走私販毒的第二大國際社會公害。2000 年的世界假冒商品的貿易額占世界貿易總額的 5-7%，約 2500 億美。瘋狂發展的偽變造現象，正被世界各國怒斥為“地下黑色經濟”、“20 世紀的工業瘟疫”、“僅次於販毒的世界第二大公害”。

特別是最近幾年，全球經濟一體化、國際貿易迅猛發展，為假冒產品的銷售提供了機會，假冒商品的貿易額，幾乎增加了 15% 以上。有些偽造、仿冒者組成犯罪組織，甚至有國際背景，他們運用高科

技手法製作贗品、防偽標識以及防偽包裝品，潛入市場，擾亂金融，謀取暴利，玷污名牌、扼殺創新、嚇退投資商，危害國家與民眾的利益，甚至危害消費者的健康和生命。

探究偽變造假冒商品發展的主要原因為：

- 1、巨大利潤，相對小的風險。
- 2、處罰風險相對小：風險小於走私、販毒。罰款居多，判刑較輕。
- 3、投資風險極小：不需要研發費用，低劣的材料，以極低的成本獲取巨額利潤。

二、現況探討

資訊科技的快速發展，彩色影印、高階掃描器、數位元影像設備不斷的推陳出新，使得智慧型經濟犯罪事件層出不窮。影響層面，從影音出版、名牌產品、鈔票及有價票證等的偽變造，由於印刷設備和技術全面提升，傳統四色彩印商標、包裝及說明書已沒有防偽效果，必須用六色、七色高傳真彩印才會有所不同；防偽印製產業的崛起，使得原本強調以印刷技術、特殊油墨及防偽紙張的方式來達到遏止偽造、仿冒與製假的效果，如今卻相繼失效；另外，使用雷射全息黏標或燙金，也有它一定效果，但魔道消長，不久可能又要

找更精細干涉波防偽圖案才可。凹版印刷成本高，也有它一定防偽效果，所以色澤濃、精細雕刻紋路，在高科技下有深一層防偽功效。壓紋、浮水印技術雖然古老，也是有效方法，像郵票齒孔的沖製是由每一個模具動則花費數百萬元所製而成，想模仿也不容易。經由以上的說明，可知防偽印刷技術涉及各種的科學領域及專門的相關技術，尤其在運用各種特殊的技巧上與一般的印刷截然不同，例如光學、化學、電磁學、光譜技術、計算機技術、印刷技術、圖文數位化技術等，是屬於一門交叉邊緣科學。

總之，在成本不用加太高、仿製的人又不易模仿下，最重要的是不用工具，一般人利用週遭環境光線的特性以眼睛就能分辨才是防偽重點，但出來新技術方法，在使用一段時間之內就會被模仿，這是時時需要更新技術的防偽印刷科技產業的一大隱憂。

（一）、防偽技術簡介：

防偽印刷類：

從防止偽造、製假的觀點來看，通常使用不同於一般印刷機的特殊印刷機，組合應用平凸版印刷印、凹版印刷和凸版印刷方式，印製出具有般印刷品無法比擬的、獨特的、高防偽機制產品的技術。

（二）、鐳射全息圖形：美國於 1993 年發明瞭“鐳射防偽”技術。

（三）、防偽編碼類：通過數碼編碼進行防偽檢測。

（四）、防偽油墨類：

防偽油墨是在油墨連接料中加入特殊性能的防偽材料，經過特殊工藝加工而成的特殊油墨，它同樣是由色料、連接料和油墨助劑三部分組成。防偽油墨依賴於油墨中的色料、連接料所具有的特殊功能而起到防偽作用。茲將防偽油墨種類整理如下表：

表一、防偽印刷技術表

印刷版式	印刷防偽技術
平凸版印刷	(1) 精密套準的多色彩紋印刷 (2) 彩虹印刷（多色串印，彩虹隔色印刷） (3) 正反面套準圖案 (4) 防複印線條 (5) 調頻網線或調頻網點
雕刻凹版印刷	(1) 多色凹版彩紋印刷 (2) 微小字 (3) 隱藏凹版

* 評價：技術及設備取得容易，偽造、製假者也可以做到，因此單獨應用不能真正發揮商品包裝的防偽作用。

表二、光學薄膜安全裝置

裝置 (Device)	結構特徵 (Structure characteristics)	應用範例 (Example)
奇妮圖 (KINEGRAM)	非對稱交錯凹槽，複合光柵	奧地利 5000 先令紙幣，荷蘭護照，瑞士身分證
零序光柵裝置 (ZERO-ORDER DEVICES ; ZODs)	次微米 3D 高折射率繞射結構，埋入低折射率陣列	繞射型身分確認裝置 (DID) 之商業應用發展
像素圖 (EXELGRAM ; PIXELGRAM)	非對稱分配方位角和斜面繞射凹槽	奧地利 "Opal" 郵票，美國運通旅行支票
薄膜干涉塗佈 (Thin-film interference coatings)	多層次組合 (Multilayer composites)	加拿大鈔券，許多國家鈔券上之變色油墨

* 評價：技術及設備取得容易，僅需要 3—5 萬元設備投資即可加工生產，因此“鐳射防偽”產品生產廠商在全世界數來真是多如牛毛。

表三、光學薄膜安全裝置

二維條碼	Bar code (2D)
三維條碼	Matrix code (3D)
機器讀碼	Machine code
磁性讀碼	Magnetic code
	Tel-code

* 評價：需要特殊識別的儀器，因此不適用於商品的防偽，而適用於超級商場的商品管理及銷售（除電碼）。

（五）、紙張防偽

紙張是印刷各種證券的物質基礎，一些採用特殊工藝製造的專用紙基本上就具有防偽特點。

近年來，中國大陸在防偽印製技術的研究開發、生產、銷售及安全防偽產品的年產值已達十幾億人民幣，形成了防偽印刷產品這一類別的新興產業。其中重離子微孔（核徑跡）防偽技術是原子能科學技

術與其他電子、光學、電腦控制等多學科應用技術相結合而產生的高新防偽技術。應用原子能科學與技術，結合其他學科應用技術，研究開發出了微孔防偽技術的產品「重離子微孔防偽標識」。這種產品的新穎之處在於它的微孔技術是機械和鐳射方法等都無法仿製的，因為防偽標識的圖案是由非常小的、孔徑均一的大量微孔組成的。

表四、防偽油墨種類表

防偽油墨種類	防偽油墨之反應機理
1、反應變色油墨	(1) 熱敏變色防偽油墨 (2) 光敏變色防偽油墨 (3) 濕敏變色防偽油墨 (4) 壓敏變色防偽油墨
2、發光油墨	(1) 電子激發 ----- 電子發光油墨 (2) 紫外光激發 ----- 螢光發光油墨及磷光發光油墨 (3) 紅外光激發 ----- 紅外線發光油墨
3、防塗改防偽油墨	在油墨中加入對塗改用的化學物質具有顯色化學反映的物質。
4、視覺變色防偽油墨 (OVI)	視角改變 60° 時，會產生兩種截然不同的色彩，第一種顏色是全反射時所見到的，也就是在視角 90° 時所見的顏色，當扭轉 60° 到視角為 30° 時，第一種色彩被抵消，第二種色彩被強化。
	凡油墨中含有磁性物質可被儀器檢測出者都可稱為磁性油墨。磁性物質有硬磁和軟磁兩種之分，油墨中添加不同之磁性物質便具有不同之磁特性。

* 評價：由於技術簡單，偽造、製假者可以通過檢測，找出所加的特殊成分，也照樣做到，而且有的還需要特殊的儀器來識別，因此單獨應用不能真正起到商品的防偽作用。

表五、紙張防偽的種類表

防偽紙張種類	防 偽 特 徵 說 明
1. 防偽紙張（鐳射防偽紙）	鐳射防偽技術與紙張結合製程的防偽紙張。
2. 水印紙	水印是在造紙過程中，利用技術將所需標誌、圖案等入紙，如在絲網上安裝事先設計好的水印圖文印版，或通過印刷滾筒壓製而成。
3. 含安全線防偽紙	安全線是指在造紙過程中將一條金線或塑料線置於紙張中間。
4. 紅藍纖維絲、彩點加密紙	造紙時將紅藍等有色纖維或彩色小片（點）摻入紙漿，在紫外光照射下有螢光反射，使成紙中帶有區別於紙張本身的有色纖維。
5. 防複印紙	是一種全吸收型或使光分散或偏轉的防複印紙
6. 化學加密紙（防塗改紙）	在紙漿中加入或在紙張表面加入特殊化合物，作為顯色防偽之用。
7. 紫外 dull/dead 紙	紫外 dull 紙把大部分的螢光色從紙張中提取出來，而紫外 dead 紙中根本就沒有螢光色。

評價：由於技術簡單，偽造、製假者可以透過適性分析的方式，找出防偽紙張的特殊成分，如法泡製，更何況且有的還需要特殊的儀器來鑑識分析，因此就應用的便利性來說不能真發揮商品的防偽功能。

表六、防偽技術綜合評比表

防偽技術綜合評比 Compare with other Anti-counterfeiting Techniques						
技術分類		雷射	電話數位密碼	特殊油墨	特殊印刷	重離子微孔
關鍵技術		製版	資料庫	配方	精密	重離子輻照
生產原料和設備	國家管控					✓
	容易得到		✓	✓	✓	
辨識方法	一般鑑別層級	難		✓	✓	
		易	✓	✓		✓
	專家鑑別層級		✓	✓	✓	✓
	法律鑑別層級					✓
偽造、製假與仿冒成本		高				✓
		低	✓	✓	✓	
偽造、製假與仿冒技術		難	✓			✓
		易		✓	✓	

資料來源：修改自 <http://www.hkcbm.com/sdp/173576/3/cp-1009867.html>

重離子微孔防偽技術是屬於高能粒子類防偽技術中的重要一種，利用『核軌跡防偽膜製造方法』生產的『重離子微孔防偽標識』，走出了帶有神秘色彩的原子能實驗室進入了大眾的生活領域，是原子能科學與其他多學科技術結合的高科技產品，它是和平利用原子能技術的一項重要成果，更為防偽印刷產業帶來了希望和生機。

重離子微孔防偽標識是在兩種高新技術研究成果的基礎上發展起來的，一種是孔膜技術，另一種是重離子平版印刷術。重離子微孔標識是利用非直接輻照成

像方法製造的，它是重離子平版印刷術在防偽領域中的發展和應用。重離子微孔標識的孔密度可以達到每立方釐米幾百萬個微孔。微孔直徑很小，在微米或亞微米範圍內，僅為一根頭髮絲直徑的百分之一左右，人的肉眼是看不到的。

三、重離子微孔防偽技術發展沿革

在核技術發展的早期，科學家們用雲霧室來探測核粒子軌跡，即在空腔內充滿過飽和蒸氣，當核粒子穿過雲霧室時，在

其經過的路徑上留下一條白色的軌跡，然後拍照保留軌跡圖像，這就是最早期的核軌跡技術。由於雲霧室體積大，雲霧軌跡保留時間短，需要拍照才能留下重離子軌跡，使用很不方便，後來逐漸被固體軌跡探測器所代替。

固體軌跡探測技術就是用某種固體物質代替雲霧室來探測高能粒子，最早使用硫酸鋯薄晶片，後來使用玻璃、雲母，目前幾乎所有的固體軌跡探測器都採用高分子聚合物材料。當高能核粒子穿過高分子聚合物時，在粒子經過的路徑上留下一條狹窄的損傷通道軌跡，這種軌跡雖然無法用顯微鏡和電子顯微鏡直接觀測到，但由於軌跡處的高分子鏈被破壞，形成很多自由基，其化學活性很高，很容易被化學試劑腐蝕，形成微孔，這種微孔則可以通過顯微鏡觀察到。這樣，在一定的蝕刻條件下，用顯微鏡觀察和測量微孔的大小和長度，就可以測量核粒子的品質、能量、方向。

帶電粒子穿過某種物質的過程稱為照射，相當於照相過程中的感光，化學試劑腐蝕核軌跡過程稱為蝕刻，相當於照相過程中的顯影。高分子聚合物中的核軌跡經過適當的處理和化學蝕刻後，核軌跡便形成一條圓柱型的孔道。如果高分子聚合物是塑膠薄膜，當帶電粒子完全穿過薄膜時，則化學蝕刻後就形成通孔。控制輻照

的強度和化學蝕刻條件，就可以控制孔的多少和孔徑的大小。這種微孔薄膜稱為核軌跡蝕刻膜，國外商品名 Nuclepore，在中國大陸則稱核孔膜。核孔膜是 60 年代在固體核軌跡技術的基礎上發展起來的，在過濾、物質分離等方面獲得廣泛的應用。到 70 年代初，美國首先進行了商品化生產，中國大陸則是在 80 年代初，開始研發製造重離子微孔膜，到 80 年代末已具備相當規模的生產能力。

（二）重離子微孔防偽標識所需的主要設備

1. 重離子加速器

粒子加速器的發明是在 1930 年左右，當時是為了核物理研究的需要，欲將帶電的粒子加速至高能量，以誘發核反應，探討核結構。隨著科學的發展，工藝技術的進步，粒子加速器也由小型變大型，由低能量變高能量，由低電流變高電流，其他的性能也跟著演變增進，加速器技術的發展後受惠的不只限於核物理研究，還包括許許多多的科技領域。

一般的加速器都可分為離子源 / 電子槍、加速結構、束流傳輸和靶四個主要組成部分。離子源是把欲加速的粒子離子化的裝置，離子化以後就帶有電荷，才能被電磁場加速或偏向。如果欲加速的是電子，電子槍就取代離子源。束流傳輸部分的功用在不讓粒子束流散失，依不同的用

途將束流或集中或均勻分布至靶上。靶在這兒泛指束流與之碰撞而作用的東西，可能是各種薄膜、矽晶片、人體組織、受照射食物或塑膠製品等等。



圖一、重離子加速器

資料來源：www.hkcbm.com/sdp/173576/3/cp-1009867.html

直線加速器加速原理：

加速器中之電子所帶的電荷為負電，其所在位置的前方若裝有一塊正極電板，且後方之電極板為負極時，電子將被推到前方的一對波導中，前方電極板之正負極配合電子的到來而改變，就又可把電子往前推進，電子每接受一次推動，總會增加一些能量，因此只要電極數目夠多，便可使電子加速至極高能量。

2. 核子反應堆

19 世紀末，科學界普遍認為人類的科技發展已到了瓶頸，一直到 1896 年貝克勒爾發現了具有放射性的鈾元素才有了重大



圖二、離子源 & 電子槍



圖三、傳輸線



圖四、直線加速器



圖五、離子直線加速示意圖



圖六、核子反應堆（爐）

的突破，1905 年愛因斯坦提出相對論以及質能互換公式 $E=mc^2$ ，即反應前後質量變化，可轉變成能量的重大發現。

後來 1938 年哈恩和斯特曼利用中子撞擊鈾原子核，發現了核分裂，並產生巨大能量，證明了愛因斯坦提出的相對論以及質能互換公式。在 1942 年，費米等人在芝加哥大學運動場看台下的室內球場，利用高純度的鈾和石墨，堆成了所謂的芝加哥反應堆，建造世界上第一座核子反應爐。

「核能」核子反應堆的作用：

核能又稱原子能，是來自原子核的能量。原子是由三種基本粒子所組成的，分別是質子、中子和電子。帶正電的質子和不帶電的中子緊緊的結合在原子的中央，形成原子核，核外圍繞著帶負電的電子。中子是很活躍的粒子，每一秒鐘可跑一萬英哩，等於時速 57,924,000 公里，喜歡在

原子中間亂飛亂撞別的原子。當原子核被中子撞擊而分裂成兩個不同的原子核（核分裂），或是被撞擊而融合時（核融合），都會釋放出能量，這種由於物質的質能改變而得到的能源，即是「核能」。愛因斯坦發現質量和能量可以互相轉換，一點點質量就可以轉換成很大的能量。核分裂和核融合係依據此「質能互變」的原理，釋放出巨大的能量。

（三）重離子微孔膜的防偽原理

1. 重離子微孔技術的特性

重離子微孔膜做為防偽標識是利用選擇性的輻照和蝕刻，在塑膠薄膜的局部做成核孔膜，形成特定的圖案，即由微孔組成的人工設計圖案。其防偽技術的特性是：

① 核孔膜的製造需要尖端的核技術和昂貴的核設施，這些敏感的核設施都控制在國家級的大型核技術研究單位裏，都在國家核安全局的監管之下，製假、仿冒及偽變造者很難具備。

② 一般核電站的反應堆不能用來製造核徑跡防偽膜，只有特殊結構的反應堆才能用來製造核軌跡防偽標識。

③ 核孔膜的製造需要高品質的科技人員，高能物理技術和核技術，都是當今世界的尖端技術，在世界上也只有少數國家能掌握。

④ 孔在微觀上分佈是不均勻的，按隨機規律分佈，由重離子加速器生產的核軌

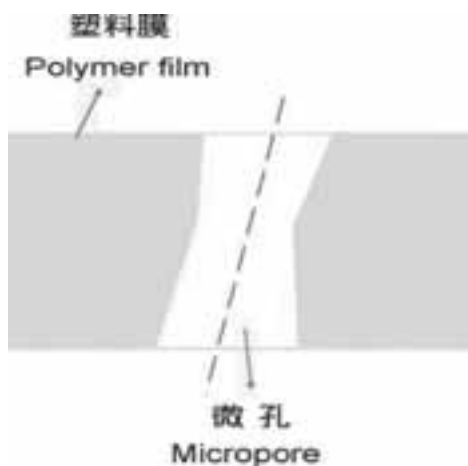
跡防偽標誌膜，它的孔道基本是平行的，而用核反應爐生產的核徑跡防偽標誌膜，它的孔道是有一定的散射角分佈的，後者更不容易仿造。

我們知道，物質由原子組成，原子由原子核和繞核運轉的電子組成，原子中的電子被剝離後變成離子，具有一定能量的重離子能穿透塑膠膜，在塑膠膜上造成損傷，留下痕跡，若將這些痕跡進行化學腐蝕，則可擴大形成直徑為微米量級、一致性很好的重離子微孔。

其基本原理是：利用核子反應堆產生的熱中子轟擊特定的鈾靶，使鈾發生裂變，用其裂變碎片穿透厚度約為 $5 \sim 30 \mu\text{m}$ 的透明 PC 或 PET 塑膠薄膜原料，或者用加速器加速的重離子（其能量為 100 兆電子伏特以上）相當於 80Mev 以上來照射塑膠薄膜，在塑膠薄膜中裂變碎片（或重離子）通過的路徑上，造成電離損傷，留下痕跡。這些痕跡通過化學處理，可以形成微孔，微孔很小可以精微至直徑為 $0.0001\text{--}0.0005\text{mm}$ ，微孔直徑在微米或亞微米範圍內，為一根頭髮絲的百分之一左右，微孔密度很高，可以達到每平方釐米幾百萬個微孔。通過複雜的工藝和特殊的成像技術，按照用戶的要求，用微孔製成商標圖案。這種重離子微孔防偽標識不怕開水、酸、鹽、醇等，可長期保存，隨時隨地可用彩筆等顏料檢測，便於消費者識

別。這種微孔檢測時用電腦自動識別，可用於票、證、卡的識別。

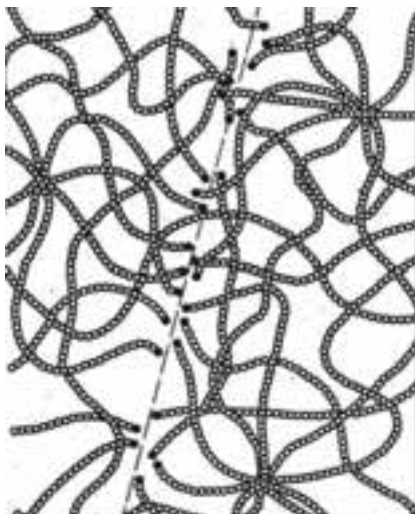
重離子穿透塑膠薄膜時，在其沿途路徑上形成輻射損傷，損傷區直徑約為 $3 \sim 5$ 納米。化學蝕刻形成通孔，孔徑精確可控，孔徑範圍 10 納米～幾十微米。微孔隨機分佈，孔徑精確、均一，形狀規則，孔密度 $10^4 \sim 10^{11}/\text{cm}^2$ 。



圖七、離子微孔剖面放大圖



圖八、重離子微孔孔徑圖

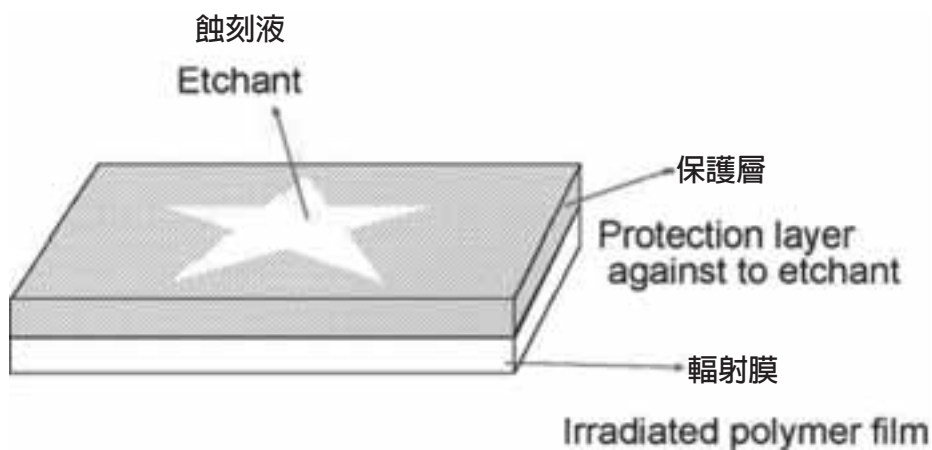


圖九、重離子微孔軌跡圖

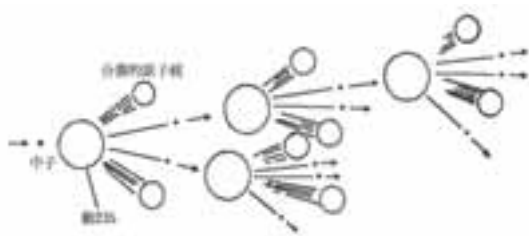
2. 重離子微孔防偽標識的結構，如下圖十

3. 重離子微孔防偽標識的生產過程
它的製造方法包括三個步驟：

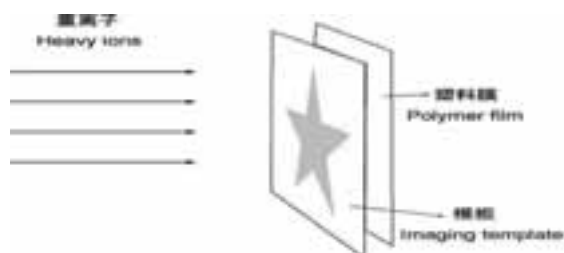
① 首先利用重離子加速器產生的重離子或核反應堆中子誘發的鈾裂變碎片作為『炮彈』，轟擊塑膠薄膜，在塑膠薄膜表面和內部造成電離損傷，形成重離子微孔基膜；將塑膠薄膜置於原子核反應堆或其他核設施中進行輻照，在塑膠薄膜上形成重離子微孔軌跡。



圖十、重離子微孔防偽標識之製備



圖十一、核分裂連鎖反應的運作形態



圖十二、重離子微孔防偽標識的生產過程圖

表七、重離子微孔防偽標識的技術要素表

微孔孔徑	0.0001---0.0005mm
孔密度	約 40---300 萬個孔 /cm ²
孔斜度	30 – 50 度
膜厚度	約 0.014mm
材料	聚酯、鍍鋁膜、壓敏膠和防粘紙等

② 然後把防偽標識母版圖案製成過渡模版，印刷到基膜上形成平版掩膜；

③ 最後通過紫外光敏化和化學蝕刻工藝處理，在基膜上生產出由核微孔組成的與原始母版相同的防偽圖案。

④ 通過成像技術在薄膜上形成精細的，企業要求的各種防偽標識圖案。

⑤ 成像後的塑膠薄膜經化學蝕刻，標識圖案中的核徑跡變成了圓柱狀的微孔，在塑膠薄膜上即得到由圓柱狀微米級通孔組成的核徑跡圖案。重離子微孔圖案膜經過後期加工製得重離子微孔防偽標識產品。

4. 重離子微孔防偽標識的技術要素

5. 重離子微孔防偽的關鍵技術

① 具備一定能量的重離子可穿透塑膠薄膜，那麼如何使重離子具備足夠功能呢？核子物理學的研究告訴我們，重離子加速器可使原子核加速具備足夠能量；核反應堆中裂變的碎片也具穿透薄膜的能量。這就是說要生產出帶有重離子微孔圖案的防偽薄膜，其前提是必須使用重離子

加速器或核反應堆。這些核設施都處於國家有關部門的嚴格監管下，要建造擁有這些設備，僅僅具有資金，沒有國家主管核設施部門批准是不行的。

② 離子擊穿薄膜留下的痕跡可與薄膜表面成某一固定角度。研究發現，用不同方法可使這些痕跡形成形狀不一的重離子微孔，如圖錐形、圓柱形、雙圓錐形的通孔或不通孔。也可把這些不同形狀的孔按照需要組合一起。不同的孔有不同的光學效果。研究者用各種特定工藝，研製出顯形和隱形的重離子微孔防偽標識。

③ 重離子微孔防偽技術是以透明薄膜為原料，用重離子發生器產生的重離子輻射能源，輻射到塑膠薄膜上，將塑膠薄膜擊穿，形成由微孔組成的透氣透水的防偽標識圖案，分為上色透印型、滴水消失型、隱形微孔型及綜合型，通過顯微鏡觀察微孔的孔徑、孔密度和孔型，與特設參數對比而辨真偽。

四、重離子微孔技術在防偽印刷領域中的應用

重離子微孔防偽標識具有「微觀設密宏觀顯示」的特點，實現了專家識別和大眾識別相結合的防偽目標。一方面，重離子微孔具有非常嚴格的微觀科學參數，如孔密度、孔直徑、重孔機率等。這些參數通過輻照和蝕刻工藝控制，可形成嚴格的密碼信號，永久貯存在識內部，成為專家鑒別和法律鑒定的科學依據。另一方面，在防偽標識中，採用每一標識圖案由幾百萬個重離子微孔組成的設計方案，使不可見的幾百萬個圖元集合「放大」，成為可見的宏觀圖案，再利用重離子微孔的光學和滲透性能，使圖案消失或造印，不借助任何儀器設備，只憑眼睛就能判真偽；微

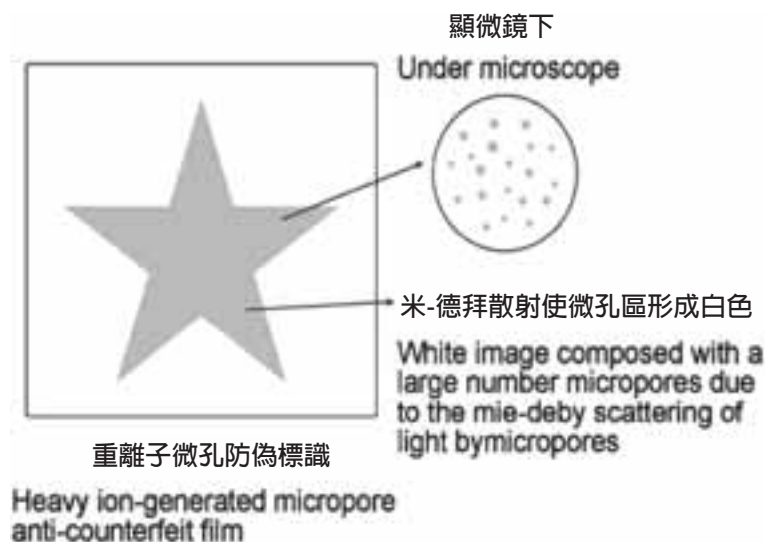
觀設密宏觀顯示是重離子微孔防偽技術的真諦和生命力。

目前，重離子防偽技術主要應用於鐳射全息膜、各種紙張、塑膠薄膜等材料上，可用於各種票證、單據、高級產品的包裝等方面，是一種技術先進、防偽性能優越的新一代防偽技術。

五、識別方法

(一)、適合消費者的識別方法：

1. 若在薄膜上由大量重離子微孔組成一個圖案，利用微孔對於光所產生的衍射和折射作用。在可見光線下透光檢視，人眼觀察時將會得到視覺效果為白色的圖案，非圖案區則保持透明狀態，很容易辨



圖十三、顯微鏡下的重離子微孔防偽標識

識，成為大眾宏觀鑑別商品真偽的依據。
(如圖十三)

2. 利用孔道的吸附性進行防偽識別。
同樣用上述方法進行檢測，用鋼筆、圓珠筆或其他彩色筆在防偽標誌上劃寫，擦去表面的顏色，由於顏色滲透到微孔中，在防偽標誌圖案部分留下的顏色不可能在短時間內去除，而在防偽標誌的沒有圖案部分，則可立即去除。

3. 利用高倍放大鏡進行防偽識別。用20 倍的放大鏡仔細觀測防偽標誌的圖案部分，可以看到圖案是由不規則的點所組成。

(二)、適合專家識別的方法：

撕下核徑跡防偽標誌膜，在光學顯微鏡下觀測十幾微米厚、由塑膠薄膜製成的核徑跡防偽標誌，可以觀測到核徑跡防偽標誌的圖案部分是由核徑跡形成的微米級微孔組成。這些微孔的孔徑和孔密度可以根據用戶的要求改變，即不同的生產廠家可以有他自己的孔徑和孔密度。其微孔的孔型為圓柱狀，其孔的分佈是隨機的，對於由重離子加速器生產的核徑跡防偽標誌，各圓柱孔道幾乎是平行的；而由核反應爐生產的核徑跡防偽標誌，各圓柱孔道按一定離散角隨機分佈。

六、重離子微孔防偽標識的優缺點

(一)、重離子微孔防偽標識的優點

1. 生產設備高度壟斷性：

生產上它必須使用國家專控的核設施（包括重離子加速器和核反應爐）來完成。這些設施一方面造價非常昂貴，是一般投資者所不能具備的能力。另一方面，即使有這麼大的資本，但由於這些設施具有軍事上的戰略意義，屬國家專控設施，任何單位或個人沒有國家有關部門的批准是無法製造的。造假者就更不可能擁有這種專用設備，這就形成了核微孔防偽技術在製造設備方面具備了極強的壟斷性。

2. 生產技術高度壟斷性：

在技術壟斷性方面，也有兩個層次，一是技術的獨佔性，另一是技術的進入壁壘。在中國大陸僅有的兩家擁有重離子微孔防偽防偽製造技術的單位，這說明這項技術具有很高的壟斷性。同時，重離子微孔防偽技術的進入壁壘是相當高的，由於這項技術涉及原子能、化學、機械、電子、物理等多學科的綜合知識，一般制假者很難具備這樣的條件，而且由於技術和工藝本身的科技水準相當高，即便是這方面的專家，要想真正掌握這項技術也具有相當的難度。比如，滴水消失型重離子微孔防偽標識，就是擁有相關技術的原子能研究院也生產不出來，足見其技術難度之高。

造假者更不可能擁有這種製造技術，更無法在經濟上承受高投入帶來的風險。由此可見：在世界上具有如此高度壟斷的防偽產品是十分罕見的。

3. 鑒別真假的手段要簡單、方便可靠：

用一滴水、或者水筆即可親自鑒別產品真假。如果普通消費者能直接輕易檢驗商品真假。假貨再便宜也賣不出去，從而使假貨失去存在的基礎。

4. 綜合起來，重離子微孔（核徑跡）防偽標識產品具有以下優點：

- ① 生產設備和生產技術高度壟斷性：重離子加速器及核反應爐等關鍵生產設備成本數以億計而且國家專控，生產需要原子能、化學、光學、機械、電子等多學科專家的共同參與；用其他辦法無法生產出類似的產品。
- ② 微觀設密，不可仿製；精細微孔結構的鑒別唯一性和法律特性。
- ③ 鑒別真假的手段要簡單、方便可靠。
- ④ 一次性使用不可重複：特殊的粘結劑、易碎紙等。
- ⑤ 物理、化學相容性好，能長期保存而不破壞。

（二）、重離子微孔防偽標識的缺點：

核徑跡防偽技術的優點很多，如製造技術和裝備造假者很難具備、識別十分簡

單等。但從分類上看，對於消費者而言屬於簡單實驗類防偽技術，卻也隱藏著下列不足之處：

1. 這種防偽標識可重複使用，無論是被識別過的還是未被識別過的，都可以多次重複使用。從上面所述的幾種識別方法可以看出，這種防偽標識的識別方法不會破壞其微孔，只要將標識清洗乾淨，即可再次使用，這就給造假者開了很大的方便之門，只需回收已被用於商品上的那些防偽標識即可輕鬆造假。

2. 雖然一般造假者不可能擁有製造裝備，但不能排除那些已集團化、黑社會化的造假組織擁有的可能性，因為得到核輻射材料並不是特別困難，醫院的 X 光機、工業中的核輻射探勘都需要核輻射材料。

3. 雖然由大量微孔組成特定圖案的核孔膜不易得到，但做為過濾材料的核孔膜卻比較容易買到，這種核孔膜的微孔近似均勻地分佈，如果採用一些技術措施將核孔濾膜的一部分微孔封閉，同樣能夠得到具有特定分佈圖案的核孔膜。

4. 這種核孔膜實際上是一種微孔膜，有可能透過別的技術設備造出。例如用鐳射或高能電子射線轟擊高分子薄膜後也能激發轟擊處高分子的活性，所以也可以在一定的化學蝕刻條件下獲得類似的微孔。

5. 沒有防止核徑跡防偽標識本身或附有這種標識的包裝被造假者再次利用的技

術方法。

6. 沒有防止造假者通過行賄、收買、盜竊等方法手段獲得這種防偽標識物造假的技術方法。

七、核徑跡防偽標識的分類

(一)、顯性圖案標識

1. 上色透印：

上色和透印都是基於微孔的透氣、透水的特性。檢測步驟如下圖



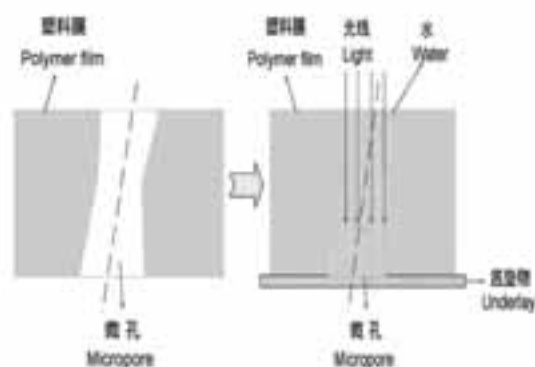
圖十四、重離子微孔防偽標識結構圖



圖十五、上色透印型防偽標識檢測步驟圖

2. 滴水消失型

滴水消失型則是利用了無色透明的液體充滿微孔後消除了孔壁對光折射引起的漫反射作用而使襯底顏色直接反射、從而使由微孔群組成的圖案消失。



圖十六、滴水消失型防偽標識檢測原理



圖十七、滴水消失型防偽標識檢測方式

(二)、隱性圖案型



圖十八、隱性圖案防偽標識



圖二十、綜合型防偽標識

八、應用方面

(一)、離子介質特種防偽紙

將離子微孔技術與造紙技術融為一體，其任何儀器設備均無法達到該項技術設備所造就的防偽指標。重離子微孔防偽特種紙的表面有清晰的檢驗功能，解決了長期困擾的有效證件防偽識別困難的問題。從有效證件印製的載體進行防偽設置，採取源頭控制，防偽辯假打擊偽變造機制的可行性與操作性極強。具有市場發展的優勢與潛力。

(二)、重離子微孔防偽技術在煙草行業中的應用

(一) 重離子微孔防偽煙用封簽

在印好的煙用封簽紙上熱複合上一層重離子微孔防偽膜，再裁切成煙用封簽，供應煙廠在生產線上使用。一般做成隱性標識，可以基本不改變煙用封簽的外觀，煙廠的現行生產工藝和設備也不需要做任何改動，使用非常方便。



圖十九、隱性圖案型防偽標識檢測方式

(三)、綜合型：

與全像圖薄膜防偽技術、電話數位密碼系統或條碼防偽機制相結合實現物流嚴密管理控制系統。

（二）重離子微孔防偽標識

將重離子微孔防偽標識定位粘貼在 BOPP 包裝膜上，利用煙廠現有的印刷彩膜定位機，使用帶有重離子微孔防偽標識的包裝膜進行煙盒的外包裝。也可以在現有的生產線上添置自動貼標機，結合現有的彩膜定位機，將重離子微孔防偽標識粘貼到 BOPP 包裝膜外。

（三）重離子微孔防偽熱轉移膜

防偽標識僅為一層重離子微孔膜。可以由我們供應覆好重離子微孔膜的煙盒原料紙，供應煙草包裝生產廠，煙廠上膠印機印刷後模切成煙盒。我們也可以將微孔膜沖切成單個標識，排列在底襯物（塑膠膜、膠及離型劑，為了燙貼需要）上，再分切成條、卷成盤，供應煙草包裝的生產廠，用自動定位燙印（金）機將標識膜燙貼到煙盒上。煙廠使用已燙貼好防偽膜的煙盒生產。煙廠的現行生產工藝和設備不需要做任何改動，使用非常方便。

（四）重離子微孔防偽拉線

在印刷好的拉線膜上局部複合重離子微孔防偽膜，供應拉線生產廠分切成拉線，再供應煙廠使用。煙廠的現行生產工藝和設備不需要做任何改動，使用非常方便。

重離子微孔防偽煙花、拉線和熱轉移防偽技術在煙草上使用，不僅保留了防偽力度高、大眾識別簡單的優點，還具備能不破壞產品原有外包裝美學效果及能不改

變煙包廠現有生產設備和生產工藝條件來實現大批量生產的優點。

（三）、目前在中國大陸已開始應用此技術的廠商：

（一）香港的漁農自然護理署已採用此核徑跡防偽技術來識別本地優質養魚場生產的鮮魚。

（二）藥品公司

- 香港中華麥飯石生命科技公司
- 四川光大制藥有限公司
- 西安制藥
- 珠海麗珠醫藥集團
- 中國青春寶集團有限公司
- 蘭州佛慈制藥股份有限公司
- 哈爾濱松鶴制藥有限公司
- 華北制藥

（三）其他公司

- 愛普生（上海）資訊產品 – Epson
- 輕騎鈴木（Suzuki）
- 中法合營王朝葡萄釀酒有限公司
- TCL 手機電池

九、未來展望

重離子微孔防偽是種獨特的新興防偽技術，有極高的防偽性能。而其他的防偽技術，如精美的鐳射全息防偽，彩色溫變、光變油墨防偽，各種版紋防偽，浮水印紙防偽，彩虹印刷防偽等，也各具特

色，如能將它們與重離子微孔防偽技術有機地結合起來，必將是防偽領域的重大突破。

十、結論

針對證件防偽、票據防偽及單據防偽等專業防偽領域現有防偽技術存在的問題，中國大陸於一九九五年提出“離子微孔膜技術應用證件防偽領域”的研製計畫，並由北京超能重離子科技有限責任公司投入巨額開發經費，在遼寧大學和哈爾濱理工大學等單位科研人員的大力協助下研製成功。這項技術已先後在 90 多個國家和地區申報註冊了發明專利，不僅得到了中國大陸內公安系統領導的高度重視，還得到了美國白宮安全防偽專家的高度評價。

參考資料

1. 經濟部能源委員會（民 82）。臺灣能源之旅。臺北：經濟部能源委員會
2. 曲文豪（2006）。有價證券印製技術核心能力之研究。台北：國立台灣師範大學圖文傳播研究所碩士論文（未出版）
3. <http://www.xdhf.com/index1.asp>
4. <http://demo24.original.hk/onweb.jsp?webno=3333333334>
5. <http://fjtct.now.net.cn:7751/st-print.com/>

[new_view.asp?id=11581](#)

6. <http://www.xdhf.com/shibie1.htm>

7. <http://big5.cgan.net/science/special/OTHER/03041807.htm>

8. http://www.stdaily.com/big5/stdaily/2004-04/01/content_229654.htm

9. <http://tech.big5.enorth.com.cn/system/2004/04/01/000760627.shtml>

10. <http://demo24.original.hk/onweb.jsp?webno=3333333334>

11. <http://tech.big5.enorth.com.cn/system/2001/03/29/000031367.shtml>

12. <http://www.hkcbm.com/sdp/173576/3/cp-1009867.html>

13. <http://www.taiwanwatch.org.tw/issue/nuclear/SAVE/save018.htm>

曲文豪 / 國立台灣師範大學圖傳所