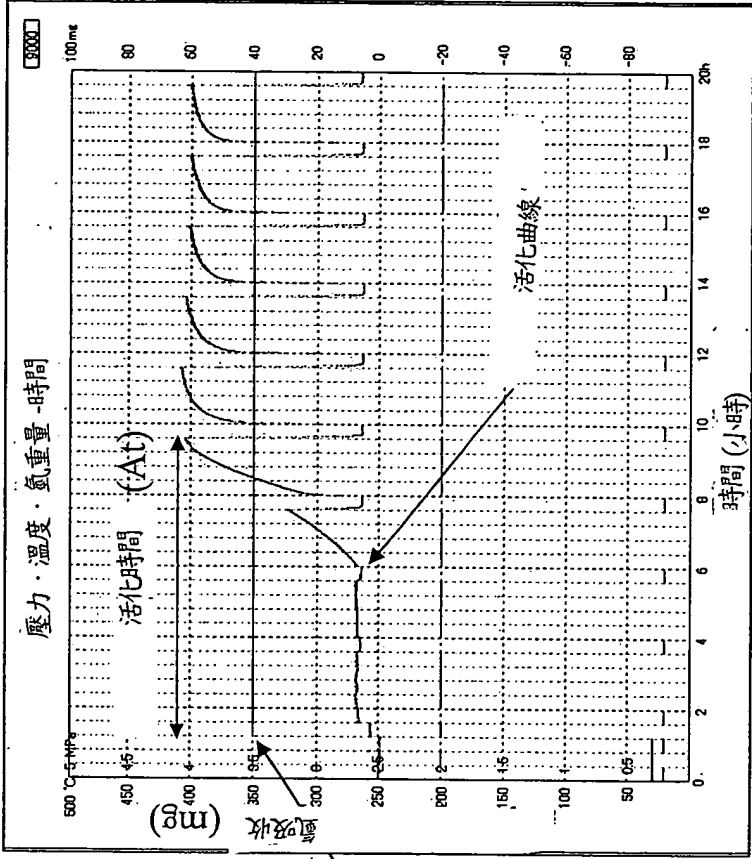
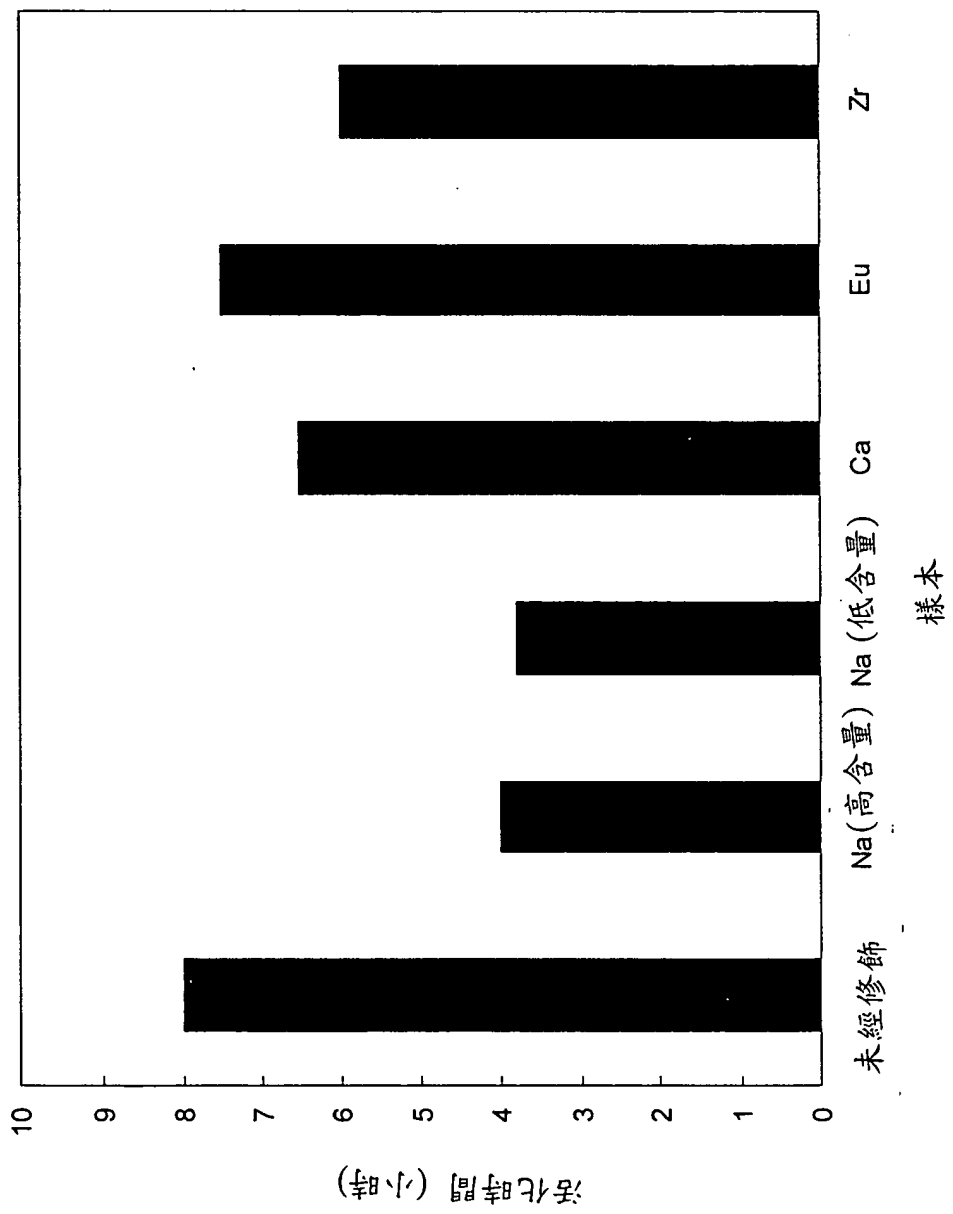
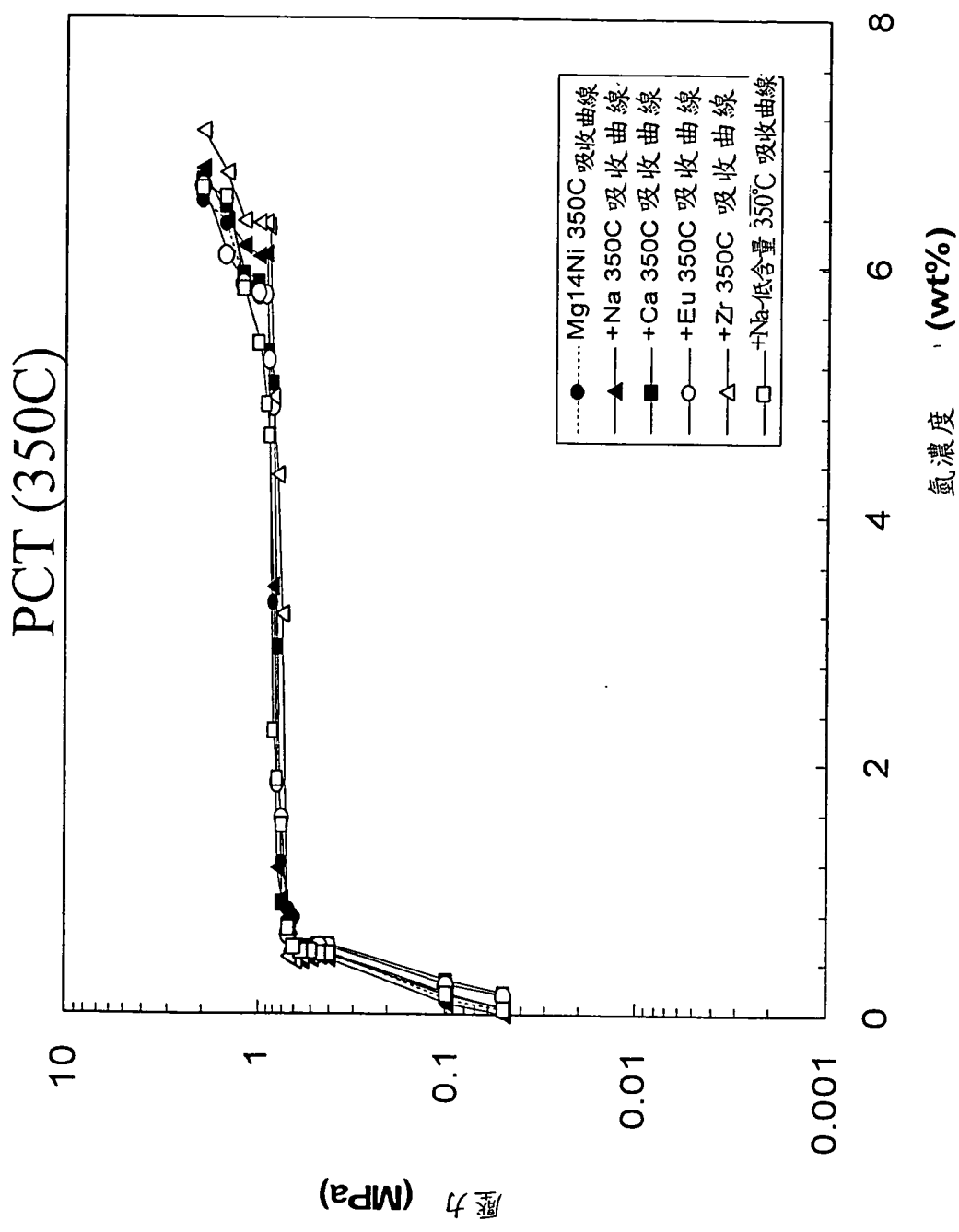




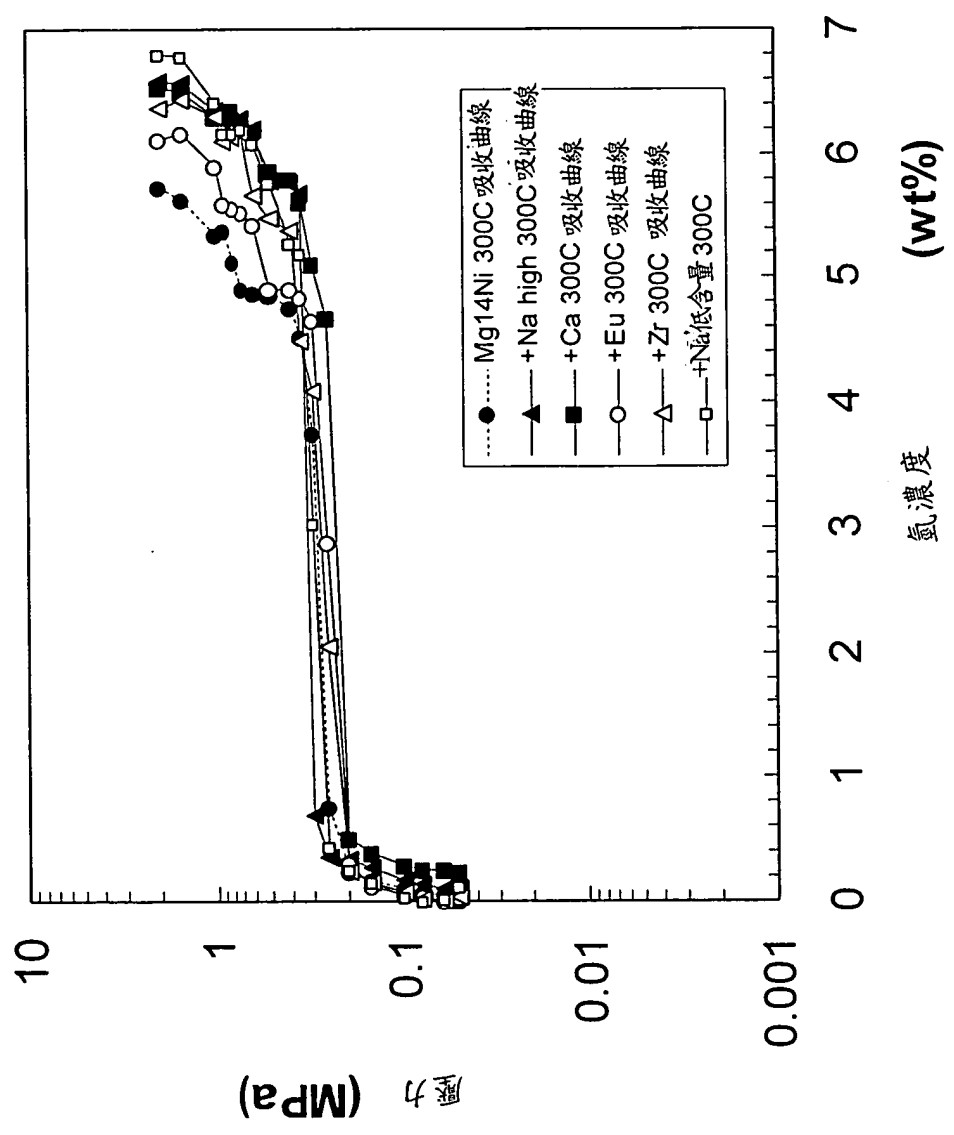
第 1 圖



第 2 圖

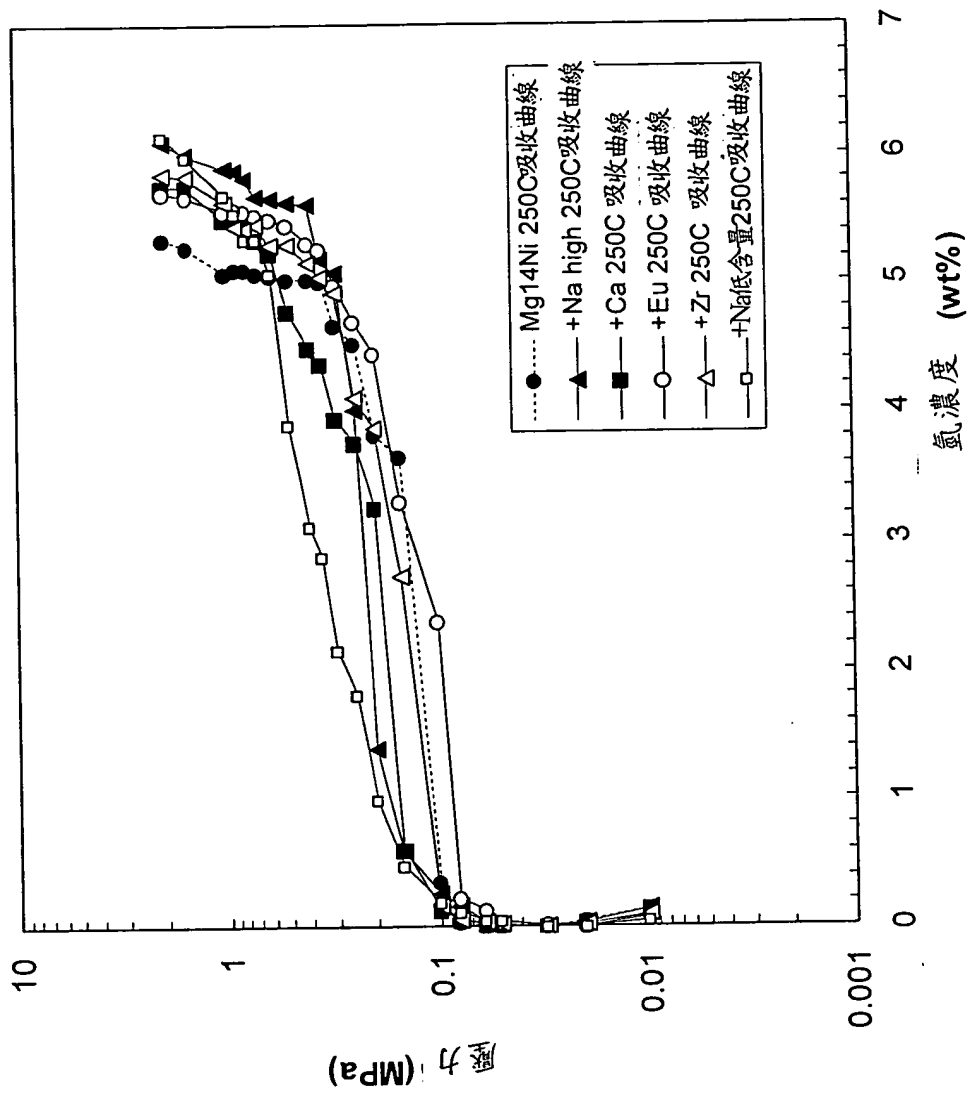


PCT (300C)

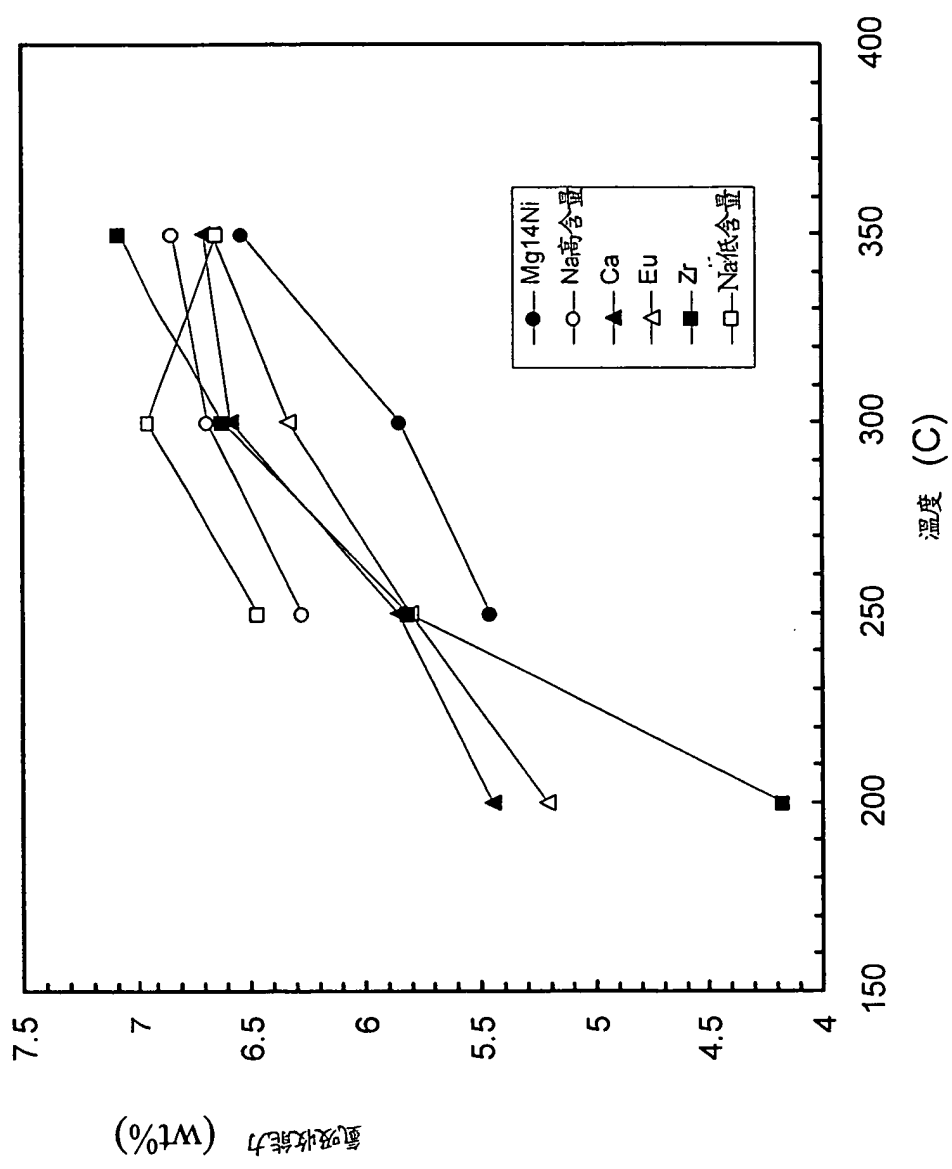


第 4 圖

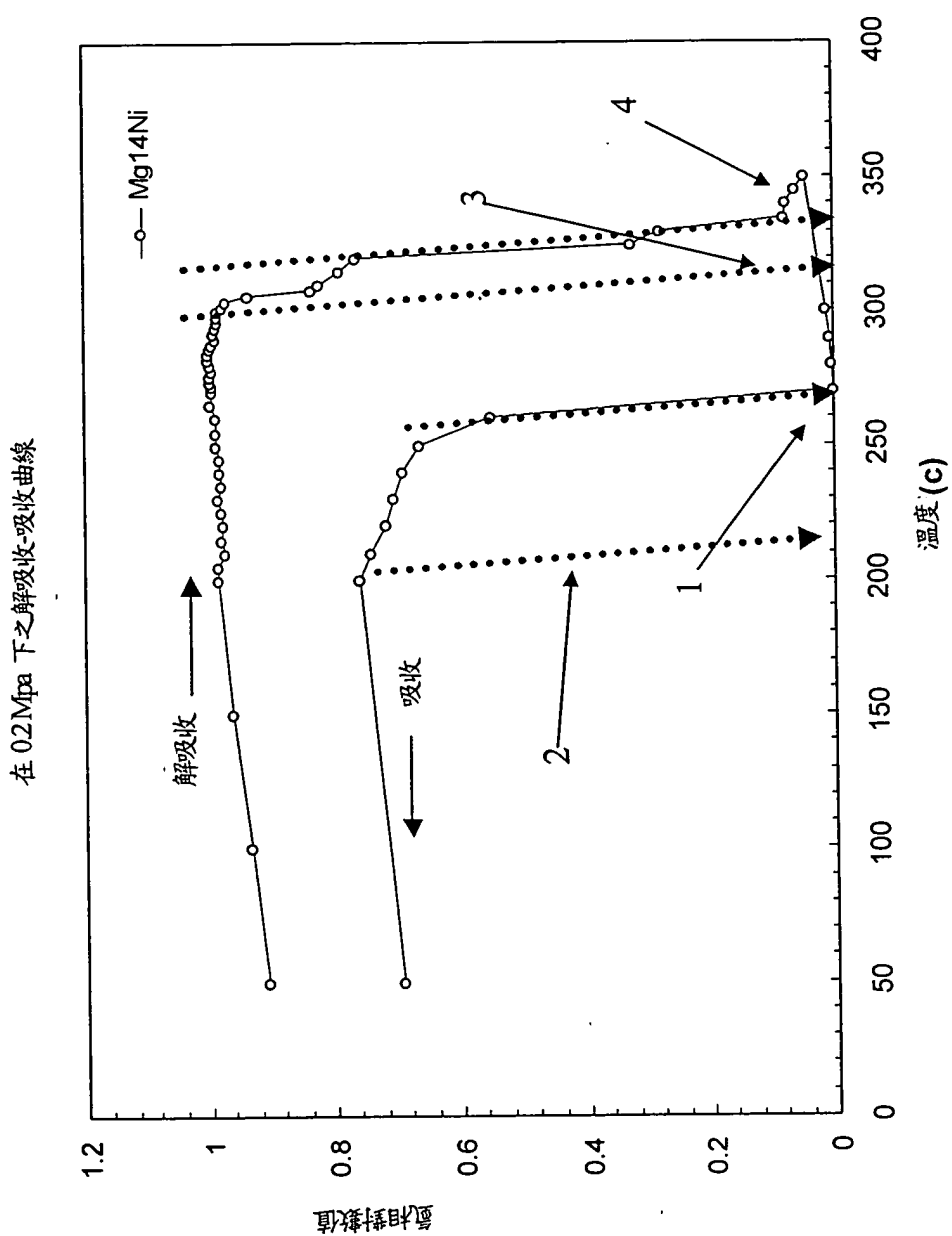
PCT (250C)



第 5 圖

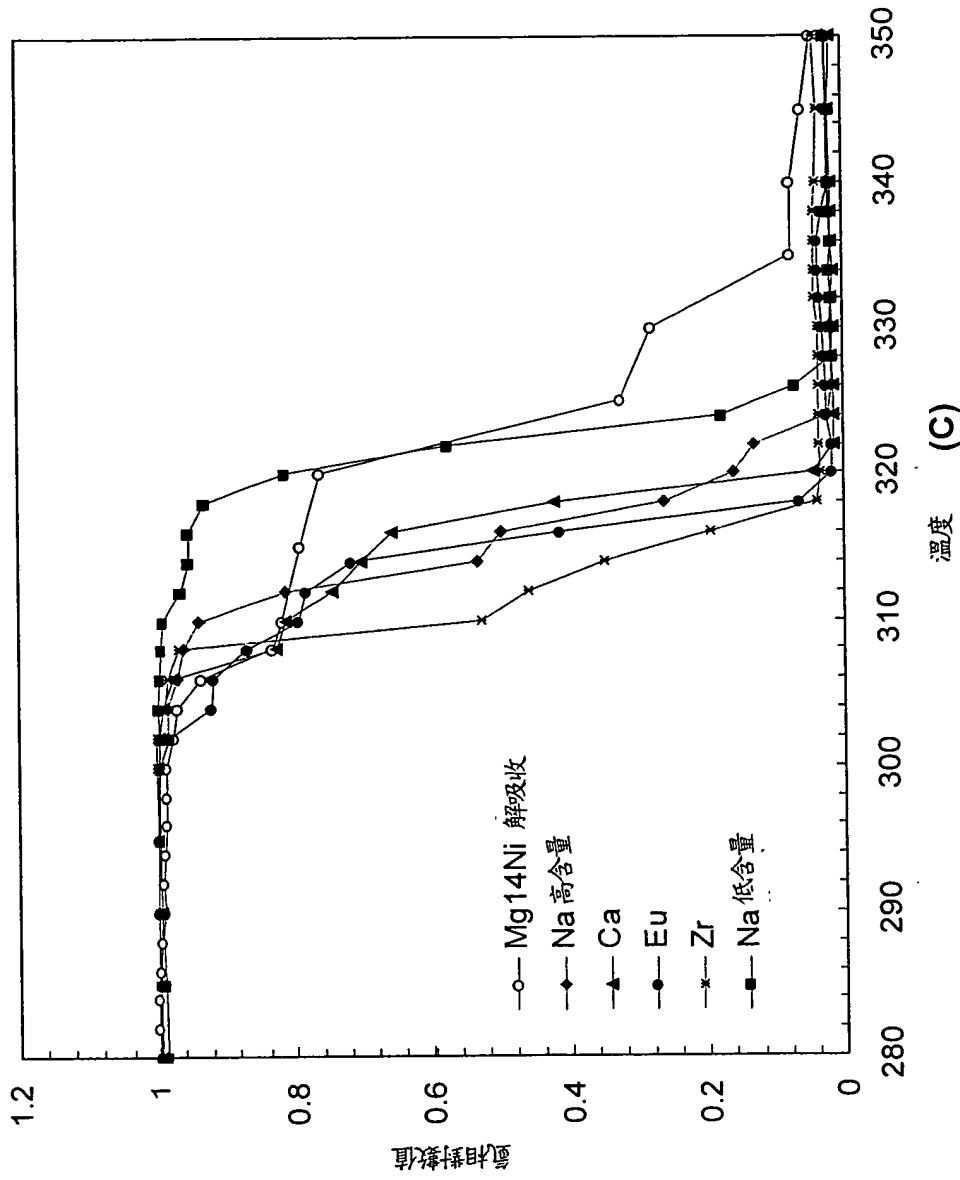


第 6 圖



第 7 圖

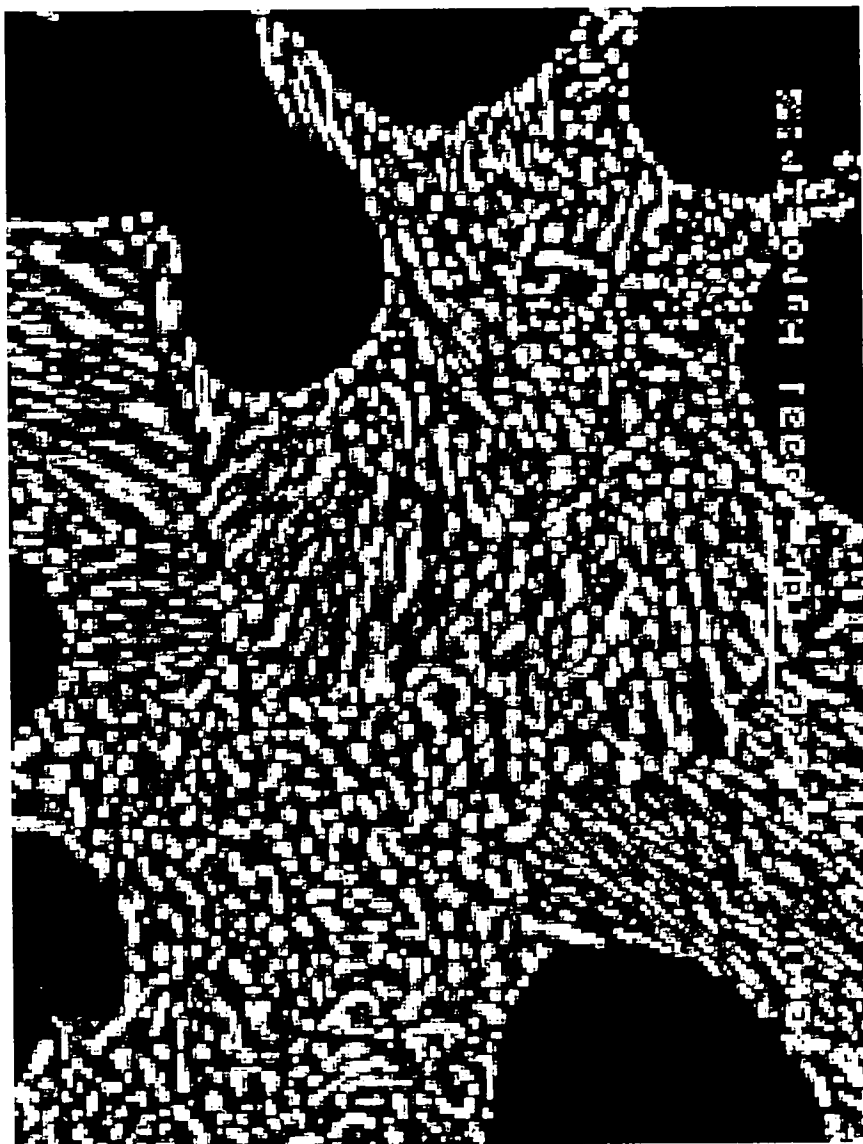
在 0.2Mpa 下之解吸收曲線



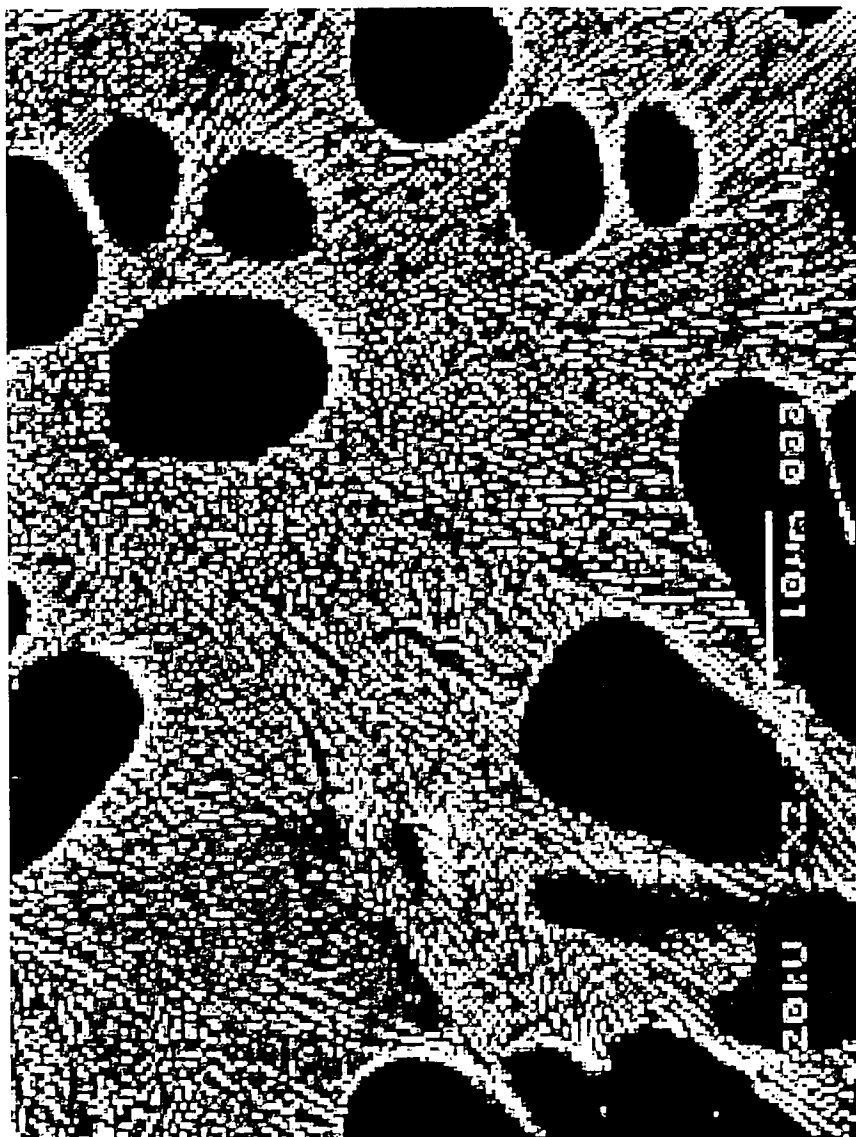
第 8 圖



Fig. 9(a)



第 9(b) 圖



第 9(c) 圖

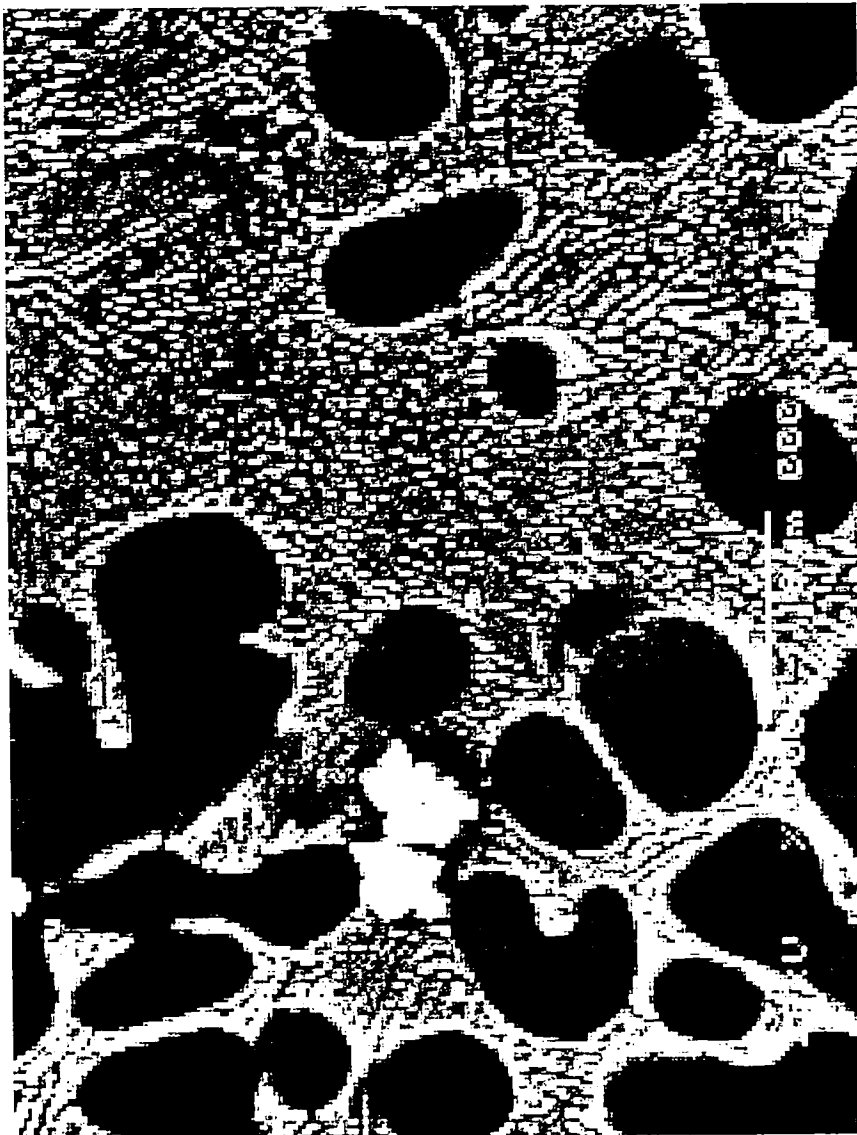
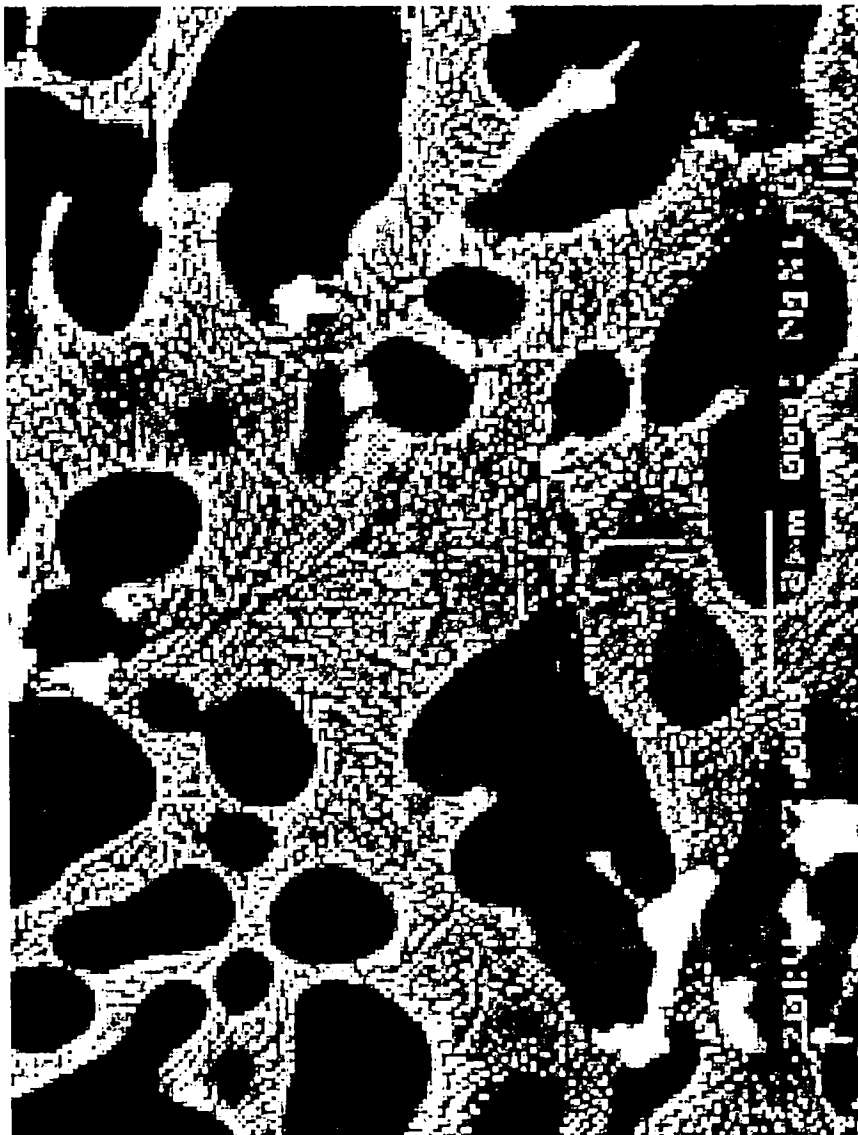
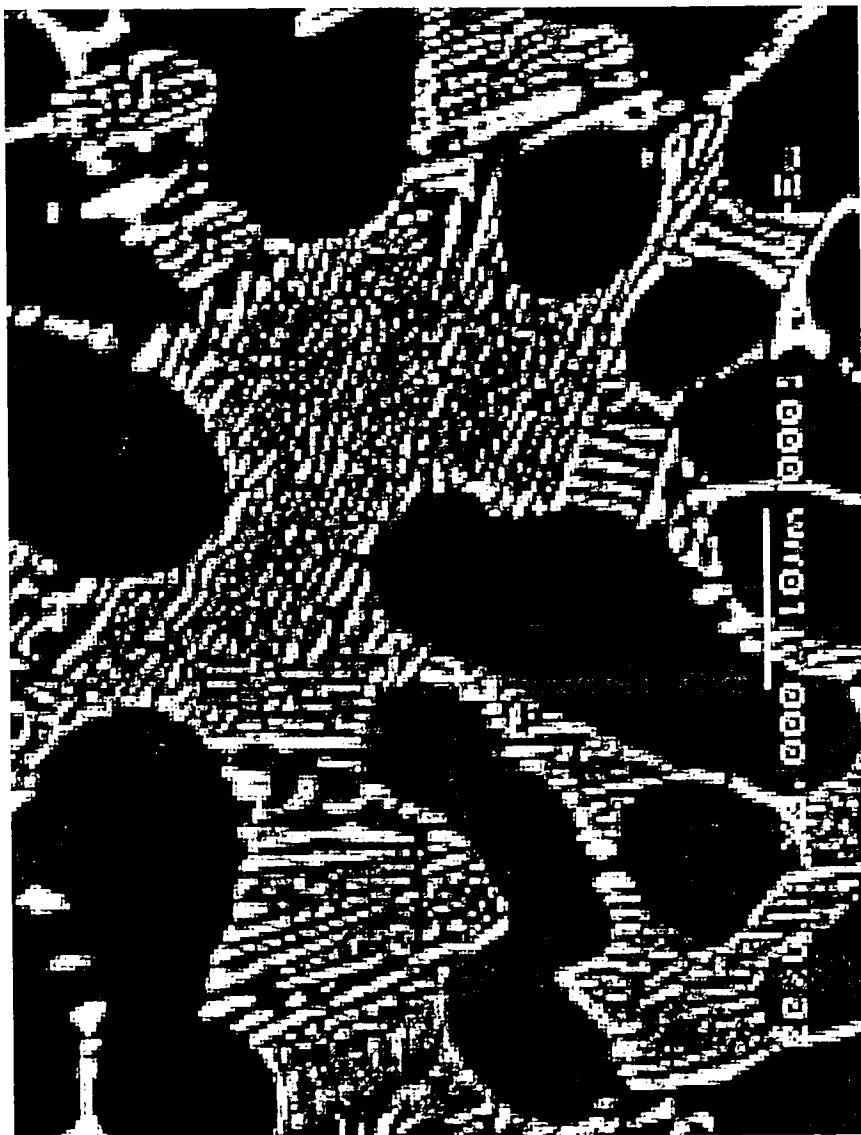


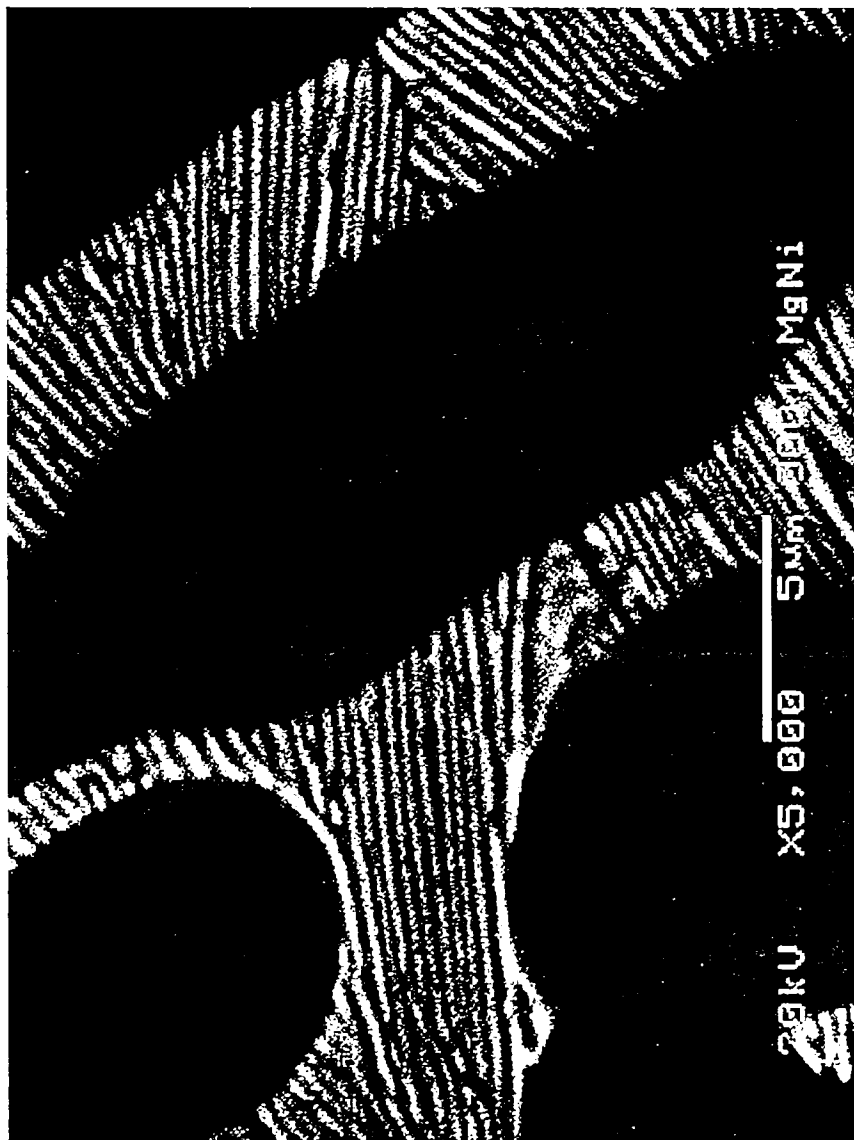
FIG (p)6



9(c) [REDACTED]



第 9(f) 頁



9(8)

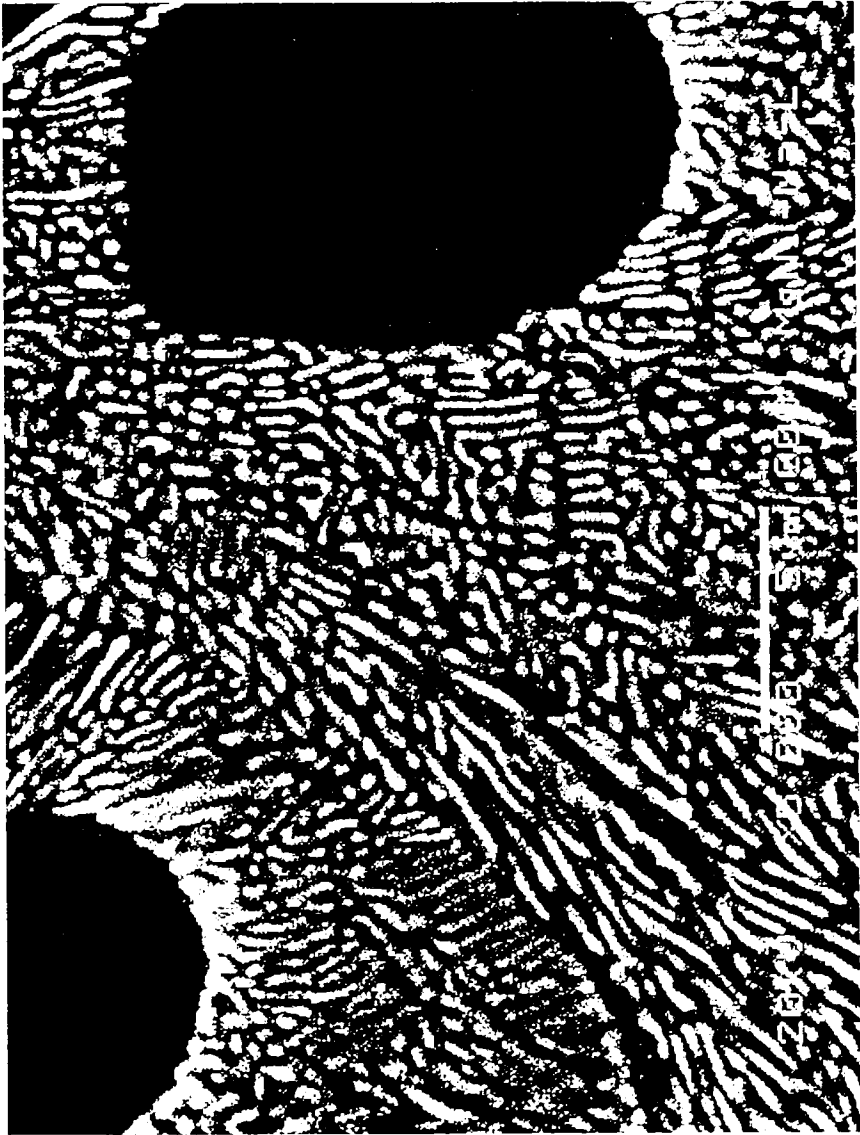
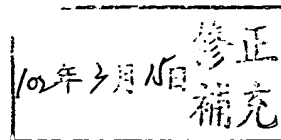


Fig. 9(h) 圖



發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 94142951

※ 申請日期： 94.12.6

※IPC 分類： C22C 23/00 (2006.01)
C22C 1/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於氫氣儲存之鎂合金

MAGNESIUM ALLOYS FOR HYDROGEN STORAGE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

海翠西亞有限公司/HYDREXIA PTY LIMITED

代表人：(中文/英文)

黃 傑佛瑞/NG, JEFFREY

住居所或營業所地址：(中文/英文)

澳洲昆士蘭聖路西亞·昆士蘭大學·員工宿舍路·普通用途南方大樓7樓

Level 7, GP South Building, Staff House Road, St Lucia, Queensland 4067,
Australia

國 籍：(中文/英文)

澳 洲/Australia

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 道爾 阿內 K./DAHLE, ARNE KRISTIAN

2. 野北 和宏/NOGITA, KAZUHIRO

國 籍：(中文/英文)

1. 挪威/Norwegian 2. 日本/Japan

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 澳洲；2004, 12, 07; 2004907006

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係與氫氣儲存材料有關，且特別地係與一
5 可以被用來作為一氫氣儲存材料的鑄型合金有關。

【先前技術】

發明背景

隨著世界的人口膨脹且經濟的活動增加，逐漸增加的二氧化碳之氣體濃度正在暖化地球而產生氣候遽
10 變逐漸增加的警訊。隨著世界的石油和化石燃料能源不可避免地消耗殆盡，未來將需要尋找其他的較經濟的能量來源，而更加引人注目的全球暖化警訊，會逐漸迫使全球能源系統從其之燃燒會產生一氧化碳和二氧化碳氣體之富有碳源的燃料移開。

15 氫能源正逐漸吸引很多的興趣並被欲期最終會取代石油燃料。然而，在氫氣可以被用來作為一實際的燃料之前，其仍然有一些必須要被克服的技術問題和障礙，而主要的障礙在於發展有效的氫氣儲存系統。雖然氫氣可以一壓縮氣體或一液體來儲存，但是前著會佔有一較大的容積而後者是在生產上係為能源密集，而減低
20 任何的環境利益。除此之外，氣態和液態氫氣會有壓力儲存容器破裂之潛在危險。

一比較安全又比較緻密的氫氣儲存方法，是將其儲存在固態材料裡面。當在以相對較低的壓力下以氫氣

浸潤時，金屬與金屬間化合物會以一安全、固態的形式吸收大量的氫氣。所儲存的氫氣可以在僅須加熱該合金下被釋放。以一固態氫氣化物來儲存氫氣可以提供一比壓縮氣體更大的重量百分比儲存率。然而一所欲的氫氣
5 儲存材料一定要具有一相對於材料重量之高儲存容量、一適當的解吸收溫度、良好的動力學、良好的可逆性以及一相對較低的成本。

純鎂具有 7.6 wt% 之足夠的理論氫氣攜帶量。然而所產生的氫氣化物太過穩定，而且其溫度一定要提昇
10 至 278°C 以釋放氫氣。這個解吸收溫度使得此一材料在成本上不具吸引力。一較低的解吸收溫度係需要的，以不僅可以減少釋放該氫氣所需要的能量，同時可以有效地利用車輛的廢熱來釋放氫氣。與純鎂相比， Mg_2Ni 具有一 3.6 wt% 之較少的氫氣儲存容量，但是，重要
15 地，其氫氣釋放所需的溫度係減少至低於純鎂所需。該氫氣儲存機製一般認為係與（固態）氫氣化化物粒子的形成有關，也就是在顯微結構中的 MgH_2 和 Mg_2NiH_4 。

近來，施行觸變性鑄造技術接著進行部分重熔和淬火作用 [Y.-J. Kim, T.-W. Hong: Materials
20 Transactions 43 (2002) 1741-1747]，已被用來生產由被精煉 $\text{Mg-Mg}_2\text{Ni}$ 共晶所包圍的富含鎂樹枝狀物所構成之亞共晶 Mg-Ni 合金。這些合金與純鎂一樣會吸收大量的氫氣，並且在該壓力-組成物-溫度 (pressure composition temperature; PCT) 曲線中只顯示一單一

氫氣吸收壓力，亦即，對於每個相不會有不同的壓力。一般相信鎳及/或 Mg_2Ni 相係被用來作為一催化劑，以改善氫氣藉由 MgH_2 的形成轉變成該富含有鎂的固態相之動力學。

5 此一事實已經鼓勵了利用奈米技術和粉末冶金技術來產生具有較大的內部表面區域的研究 [參見 S. Orimo and H. Fuji, Applied Physics A 72 (2001) 167-186 的回顧文獻]。因為這些技術可以形成較大的界面區域，而且其等會導入例如錯位和雙晶之可以在顯微
10 組織各處上分布可能的催化劑之晶體結構鑄疵，以使其在該反應的動力學上具有一廣大的影響力，所以這些技術是引人注目的。不幸地，奈米層級粉末冶金技術對該等相（也就是，界面，雙晶等等）僅提供有限的晶體結構控制，該粉末將會是高度易爆炸的，且對商用氫氣儲
15 存元件的大規模量產而言是令人卻步地昂貴。現今的研究都沒有提及可以使用更適用於大量生產之較低的成本的製程，來生產較高效能的氫氣儲存元件之方法。

本發明之一目的是要提供一具有較佳的氫氣儲存能力之可鑄造的 MgNi 合金。

20 在本發明說明書中所參考的任何習知技藝都不是，也不應被視為，承認此一習知技藝會形成在澳洲或任何其他地區的普通一般知識，或是其之任何可能性。

【發明內容】

發明摘要

依照一種態樣，本發明可以提供一種產生一氫氣儲存材料的方法，其包括有形成一具有至少一精煉元素之添加物的鎂-鎳熔融物之步驟，該精煉元素能夠促進一在鎂-鎳金屬間相中具有較多的雙晶的精煉的共晶結構，並將該鎂-鎳熔融物固化成一具有該共晶結構之氫氣儲存材料。

在一較佳的具體例中，該鎂-鎳熔融物係藉著將鎳裡面添加至該鎂熔融物的步驟，以產生一範圍係在大於零到可高達 50wt% Ni 的均質化鎂-鎳熔融物之亞共晶鎂-鎳合金，並在一在一個保護性氣體環境下，以大於零與可高達 2wt% 且較佳地係大於零而少於 500 個 ppm 之添加率，來添加該或該等精煉元素。

該精煉元素係較佳地具有大約為鎂原子半徑 1-1.65 倍的範圍之原子半徑。已經了解的是，在這個原子半徑範圍裡面的精煉元素，將會提供在上面所討論的精煉共晶結構。該較佳的精煉元素係選自於由 Zr、Na、K、Ba、Ca、Sr、La、Y、Yb、Rb、Cs 和例如 Eu 之稀土族元素所組成的群組。鋇係被添加以將鎂晶體晶粒精煉，且在使用時需要所列出之的元素中之至少另外一種元素。

在另一個態樣中，本發明可以提供一種用於產生一氫氣儲存材料的方法，其包含有形成一具有至少一精煉元素的添加物的鎂鎳熔融物的步驟，該精煉元素具有大約為鎂原子半徑 1-1.65 倍的範圍之原子半徑，在該

熔融物中所提供的精煉元素的添加率，係大於零與可高達 2wt% 且較佳地係少於 500 個 ppm，以及固化的鎂鎳熔融物的步驟。

在這兩個態樣中的固化步驟係較佳地為一鑄造步驟，其中該金屬係藉著一例如澆鑄至經預熱的具有該鑄造物外形的金屬模內之適當製程。該固化步驟可以是其他可受控制的固化製程。然而，一旦該合金被鑄造之然，其接著會被活化並用來做為一氫氣儲存材料。該合金係較佳地以該鑄造狀態來使用。

在本發明的另一個具體例中，其提供一種氫氣儲存合金，其包含有或基本上包含有大於零與可高達 50 wt % 的 Ni；大於零和可高達 2 wt % 的精煉元素，該精煉元素具有大約為鎂原子半徑 1-1.65 倍的範圍之原子半徑；以及用來平衡的鎂和附帶的雜質。

該較佳的精煉添加物係選自於由 Zr、Na、K、Ba、Ca、Sr、La、Y、Yb、Rb、Cs 和稀土元素所組成的群組，且具有大於零與可高達 2wt% 且較佳地係少於 500 個 ppm 的添加率。更佳的添加元素是鈉和鋅。

申請者已經發現藉著將具有大約為鎂原子半徑至可高達 1.65 倍鎂原子半徑的之原子半徑的微量元素，添加至亞共晶和過共晶 MgNi 系統，可以促進在該 Mg₂Ni 金屬間相中的雙晶結晶鑄疵。一般認為在 Mg₂Ni 相中增加精煉物和晶體鑄疵，可以在該合金富含有鎂之固態相中催化氫化反應，因而可以增進該合金

氫氣吸取容量與氫氣吸附的動力學。

此外該材料可以藉由一鑄造固化製程來產生時，其會是一更加商業上可應用的氫氣儲存元件之大量生產製程。

5 圖式和較佳具體例的說明

本發明的進一步特殊目地與優點，將會從下列的較佳具體例與隨附圖式之描述而變得更明確，其中

第 1 圖是一未經修飾之具有 14% Ni 的鎂合金之壓力組成物溫度圖，

10 第 2 圖是概述具體例 1-6 在 350°C 和 2 MPa 下的活化時間之圖示，

第 3 圖是具體例 1-6 在 350°C 和 2 MPa 下的 PCT 吸收數據的圖示，

15 第 4 圖是具體例 1-6 在 350°C 和 2 MPa 下的 PCT 吸收數據的圖示，

第 5 圖是具體例 1-6 在 250°C 和 2 MPa 下的 PCT 吸收數據的圖示，

第 6 圖是概述在 350°C 和 2 MPa 下的 PCT 吸收容量之圖示，

20 第 7 圖例示說明未經修飾的 Mg 14 Ni 合金在吸收和解吸收之間的關係圖，

第 8 圖是具體例 1-6 在 0.2 MPa 下的解吸收數圖，且

第 9(a)-9(h) 圖是具體例 1-6 的澆鑄合金的

SEM 顯微圖。

【實施方式】

該氫氣儲存材料係藉由把鎳添加至熔融鎂來形成一鎂鎳合金而依照本發明來生產。該鎳添加物可以可高
5 達 50wt% 鎳，但是其之較佳添加率是提供一種具 10-20wt% 鎳的合金熔融物。該熔融物然後被混合以提供一均質混合物。

對此一鎂-鎳合金添加係為結晶修飾材料的微量元素。所添加的元素係為精煉該鎂相並促進一在該鎂-鎳
10 金屬間相中具有更多雙晶的精煉共晶結構。

符合上述二個標準的元素範圍，具有係為鎂左右且可高達其 1.65 倍之原子半徑就，且包含有 Zr、K、Na、Ba、Ca、Sr、La、Y、Yb、Rb、Cs 和稀土金屬元素。所使用的較佳元素係為鈉及/或 鋁。

15 該熔融物係被再次攪拌以均質化該混合物，並在該均質化步驟期間維持於一保護性氣體環境下。該保護性氣體環境是任何可以阻止鎂消耗的氣體環境。典型的氣體環境含有 SF₆ 和 HFC-134a。

該金屬然後藉由例如澆鑄至一經預熱之金屬構模
20 內的適當鑄造製程序來加以鑄造。

雖然並不是要侷限於特定的操作理論，一般認為增加晶體鑄疵、界面區域和錯位密度，將會催化該合金的富含鎂之固態相中的氫化反應，因而增進該合金在氫氣吸取上的容量和動力學。

具體例

該金屬氫化合金的氫氣吸收係利用平衡壓力組成物溫度 (PCT) 數據來描述。這個數據係藉著將一合金樣本維持在恆定的溫度下，同時精密地測量所吸收的氫氣量和在吸收發生時的壓力而取得。所吸收的氫氣量係以氫原子比上在該基礎金屬合金中之原子數的原子比，或是在重量百分率的基礎上該材料中之氫氣容量，而以合金組成物的形式來表示。

PCT 係代表“壓力-組成物-等溫線”，並且顯示出在一固定的溫度下最大的可能氫氣吸收容量。在吸收時的壓力是比解吸收時高，而且該“衡平”區域係代表適合於實際之儲存/釋放應用的範圍。

大部份的氫氣係在壓力小幅變化的範圍中被吸收。接近恆定壓力的區域係被稱為該衡平壓力。金屬氫化物的形成也會伴隨著遲滯性，其係該上端的吸收曲線與下端的解吸收曲線之間顯現出差異。

具體例 1

一包含有 14 wt% 的 Ni 之未經修飾的鎂合金，在 350°C 下置放於一 2 MPa 氫氣氣體環境中一段 20 小時的時間。該壓力組成物溫度數據係被記錄並顯示於第 1 圖中。

從第 1 圖中，可以決定該合金的活化時間 (At)。該“活化時間”係代表一合金可以多快地變成“準備好”用來作為一氫氣吸收成合金。較短的活化時間可以

節省能量，並且可以代表該合金的動力學效能中之基本物性差異。應注意活化作用在氫氣儲存合金使用期限中僅須進行一次。一旦該合金已經被活化，該氫氣吸收時間將會顯著地比該次運作的上一個週期更短。

5 具體例 2-6

具體例 1 的鎂鎳合金係藉著添加一精煉元素而加以修飾。

表 1 顯示該精煉元素和該元素的添加率。

表 1

具體例	精煉元素	添加率
2	Na	2400 ppm
3	Na	600 ppm
4	Ca	800 ppm
5	Eu	600 ppm
6	Zr	2 wt%

10 由這些具體例所得到的活化時間係被概述在第 2 圖中。從這些結果中，可以發現活化時間可以被減少到未經修飾合金之大約 40% (從 8 小時減少成 3.8 小時)。這是實際上很顯著的，但是更重要的是其指出了該經修飾合金的優越動力學效能。

15 當在上述具體例中所收集的數據，僅參考了該吸收曲線來加以分析的時候，就會產生在第 3 圖中所顯示的圖示。

在 350°C 下的 PCT 曲線 (只有吸收曲線) 顯示了所有的六個樣本都可以吸收大約 7 wt% 氫氣。在不同樣本之間僅很少的差異。100% 的純 Mg 可以吸收 7.6 wt% 的氫氣，而 7wt% 的氫氣吸收量係接近一 Mg-14

20

wt% Ni 樣本之理論上的極限值。該 Mg 的原始相被認為是氫氣的吸收相，而該共晶區域被認為是具有改善氫氣動力學之催化功能。

具體例 1-6 的合金，然後被分別地以在第 4 和 5 圖中所顯示之 300°C 和 250°C 下的吸收結果來加以描述。

在較低的溫度下，在不同合金之間具有較差的吸收容量而在效能上有較大的差異。在 300°C 下之該 PCT 曲線（只有吸收曲線）清楚地顯示由 5.7 wt%（未經修飾）到 6.6wt%（高 Na 含量，添加 Ca 和 Zr）或 6.8wt%（低 Na 含量）之氫氣吸收上的改善。

第 6 圖是從第 5 圖所顯示的結果中之最大氫氣吸收容量的概要。可以發現在 350°C 下所有的鑄造樣本之最大氫氣儲存容量是近似的（大約 7 wt%）。

在 250°C 下該經修飾合金係為較佳的，且相較於該未經修飾合金（從 5.3 wt% 到 6.5 wt%），該最大氫氣容量可以增加至超過 1 wt%。

即使是在 200°C 下（可高達 2 MPa 之狀態下），該等樣本亦顯示出大約 5.5 wt% 的氫氣吸收量。

關於該解吸收溫度，通常在一固定的壓力下，吸收溫度是比解吸收溫度更低的。確切的溫度將會依據壓力而變。第 7 圖顯示在 0.2 MPa 下未經修飾的 Mg 14 Ni 合金的吸附和解吸收之間的關係。該吸附開始溫度 1 通常係比吸附結束溫度 2 更高。當該合金接著進行

解吸收週期的時候，可以發現該解吸收開始溫度 3 係比解吸收結束溫度 4 更高。

在具體例 2-6 相較於該未經修飾合金的表現中，可以發現在 0.2 Mpa 下該解吸收結束溫度（第 8 圖的
5 衡平區域）在修飾之後大約減少 20°C。事實上，Mg Ni 合金的該解吸收溫度可以藉由添加微量元素而減少。

該修飾元素的添加會在該材料裡面增加在該固化鎂-鎳合金中之內部界間區域的含量、壘晶瑕疵與錯位/
10 之原子半徑的範圍，以達到在鑄造金屬中的冶金效果。

由該等添加物所產生之錯位的增加係在第 9(a)-9(h) 圖的 SEM 顯微影像中例示說明。第 9(a) 圖是未經修飾的 Mg 14 Ni 的 SEM 圖；第 9(b) 圖是有添加 Zr 的相同合金之 SEM 圖；第 9(c) 圖是添加低含量的
15 鈉之 SEM 圖；第 9(d) 圖是添加高含量的鈉之 SEM 圖；第 9(e) 圖是有添加鈣的相同合金之 SEM 圖；而第 9(f) 圖是添加 Eu 的 SEM 圖。第 9(g) 圖是 Mg 14 Ni 的未經修飾合金之較高倍率圖；第 9(h) 圖是在第 9(g) 圖的較高倍率下經添加低含量的鈉之圖。

20 第 9 圖顯示 Mg-14wt% Ni 合金之 (a) 與 (g) 未經修飾、(b) 添加 2 wt% Zr、(c) 與 (h) 添加 600 ppm Na、(d) 添加 2400 ppm Na、(e) 添加 800 ppm Ca，與 (f) 添加 600 ppm Eu 合金之 SEM 次級電子影像。在該圖案中之黑色部分係為原始 Mg 樹枝狀部分，而小範

圍黑白對比部分係為該 $\text{Mg-Mg}_2\text{Ni}$ 的共晶結構。比起該未經修飾樣本之較粗的共晶顯微組織，該影像在全部的經修飾樣本中都清楚地顯示一非常精煉的纖維共晶顯微組織。

- 5 全部的經修飾樣本都在最大氫氣吸收容量上，顯示出大約 1 wt% 的相對改良。該結構的精煉，即是至在微量的添加物含量下都被認為係相當顯著地產生小於 $1\mu\text{m}$ 且通常小於 500nm 之共晶間隔。因此，一奈米層級的材料將可經由組合而獲得。

10 【圖式簡單說明】

第 1 圖是一未經修飾之具有 14% Ni 的鎂合金之壓力組成物溫度圖，

第 2 圖是概述具體例 1-6 在 350°C 和 2 MPa 下的活化時間之圖示，

- 15 第 3 圖是具體例 1-6 在 350°C 和 2 MPa 下的 PCT 吸收數據的圖示，

第 4 圖是具體例 1-6 在 350°C 和 2 MPa 下的 PCT 吸收數據的圖示，

- 20 第 5 圖是具體例 1-6 在 250°C 和 2 MPa 下的 PCT 吸收數據的圖示，

第 6 圖是概述在 350°C 和 2 MPa 下的 PCT 吸收容量之圖示，

第 7 圖例示說明未經修飾的 Mg 14 Ni 合金在吸收和解吸收之間的關係圖，

第 8 圖是具體例 1-6 在 0.2 MPa 下的解吸收數圖，且

第 9(a)-9(h) 圖是具體例 1-6 的澆鑄合金的 SEM 顯微圖。

5 【主要元件符號說明】

- | | |
|----------|-----------|
| 1 吸附開始溫度 | 3 解吸收開始溫度 |
| 2 吸附結束溫度 | 4 解吸收結束溫度 |

五、中文發明摘要：

一種產生一氫氣儲存材料的方法，其包括有以下步驟：

形成一具有可高達 50 wt% 之鎳的鎂-鎳熔融物；

在一非氧化性氣體環境下對該熔融物添加可高達 2 wt% 之精煉元素，該精煉元素具有鎂原子半徑之 1-1.65 倍的範圍裡的原子半徑；並且

固化該熔融物以產生氫氣儲存材料。

六、英文發明摘要：

A method of producing a hydrogen storage material including the steps of:

forming a magnesium-nickel melt having up to 50 wt % nickel;

adding up to 2 wt % of a refining element to the melt under a non-oxidising atmosphere, the refining element having an atomic radius within the range of 1-1.65 times the atomic radius of magnesium; and

solidifying the melt to produce the hydrogen storage material.

十、申請專利範圍：

1. 一種產生一氫氣儲存材料的方法，其包括有以下步驟：

形成一亞共晶鎂-鎳熔融物，其中該鎂-鎳熔融物含有大於零而可達 20wt%-之鎳；

在一非氧化性氣體環境下對該亞共晶鎂-鎳熔融物添加可達 2wt%-之精煉元素，該精煉元素具有範圍在為鎂原子半徑 1-1.65 倍內的原子半徑；

該精煉元素是至少一種選自於由 Zr、Na、K、Ba、Ca、Sr、Yb、Rb、Cs 和 Eu 所構成的群組的元素，其中 Zr 只有與該群組中之至少一其他元素組合才使用；並且

鑄造該熔融物以產生該氫氣儲存材料。

2. 一種修飾一亞共晶鎂鎳合金的氫氣吸附及/或解吸收特性的方法，其包括以下步驟：

在非氧化性氣體環境下，對一含有大於零且可達 20wt%-的 Ni 之亞共晶鎂-鎳熔融物添加可達 2wt%-的精煉元素，該精煉元素具有範圍在為鎂原子半徑 1-1.65 倍內的原子半徑；並且

該精煉元素是至少一種選自於由 Zr、Na、K、Ba、Ca、Sr、Yb、Rb、Cs 和 Eu 所構成的群組的元素；

其中 Zr 只有與來自該群組中之至少一其他元素組合才使用；並且

鑄造該熔融物以產生該經修飾的鎂-鎳合金。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法，其中該鎂-鎳熔融物含有在 10-20wt% 的範圍內的鎳。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法，其中該精煉元素係 Na。

5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法，其中該精煉元素係以一可達 2400ppm 的添加率來添加。

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法，其中該精煉元素係以自 600ppm 至 2400ppm 的添加率來添加。

7. 如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法，其中該精煉元素係以一可達 500ppm 的添加率來添加。

8. 一種基本上由以下成份組成的合金：

一亞共晶鎂鎳合金，具有原始結晶 Mg 相；

大於零且可達 20wt% 的 Ni；

大於零且可達 2wt% 的精煉元素，該精煉元素具有範圍在為鎂原子半徑 1-1.65 倍內的原子半徑；

該精煉元素是至少一種選自於由 Zr、Na、K、Ba、Ca、Sr、Yb、Rb、Cs 和 Eu 所構成的群組的元素；

其中 Zr 只有與來自該群組中之至少一其他元素組合才使用；以及

平衡的鎂和附帶的雜質。

9. 一種基本上由以下成份組成的合金：

一亞共晶鎂鎳合金，具有：

大於零且可達 20wt% 的 Ni；

大於零且可達 2wt% 的精煉元素，該精煉元素具有範圍在為鎂原子半徑 1-1.65 倍內的原子半徑；

該精煉元素是至少一種選自於由 Zr、Na、K、
5 Ba、Ca、Sr、Yb、Rb、Cs 和 Eu 所構成的群組的元素；

其中 Zr 只有與來自該群組中之至少一其他元素組合才使用；

平衡的鎂和附帶的雜質；以及

10 其中，該精煉元素增加在該合金中之內部界間區域的含量。

10. 如申請專利範圍第 8 或 9 項的合金，其中鎳係以 10-20wt% 的含量存在。

11. 如申請專利範圍第 8 或 9 項的合金，其中該精煉
15 元素是 Na。

12. 如申請專利範圍第 8 或 9 項的合金，其中該精煉元素係以大於零且可達 2400ppm 之添加率而存在。

13. 如申請專利範圍第 8 或 9 項的合金，其中該精煉元素係以自 600ppm 至可達 2400ppm 的添加率來添
20 加。

14. 如申請專利範圍第 8 或 9 項的合金，其中該精煉元素係以可達 500ppm 之添加率而存在。

15. 如申請專利範圍第 8 或 9 項的合金，其中該合金之鑄造物在該鎂-鎳金屬間相中，具有一帶有雙晶

之精煉共晶結構。

16. 如申請專利範圍第 15 項的合金，具有小於 $1\mu\text{m}$ 之共晶間隔。

5 17. 如申請專利範圍第 8 或 9 項的合金，在 250°C 下具有一最大氫氣吸收容量比該未經該精煉元素之存在所修飾之鑄造鎂合金係大 1%(其中該等合金係在相同的反應條件及相同有限的反應時間下反應)。

10 18. 一種由一澆鑄鎂-鎳合金所形成之氫氣儲存材料，包括：如申請專利範圍第 8 至 17 項中任一項之合金。

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：