

發明專利說明書 200401045

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：92117714

※申請日期：92年06月27日

※IPC分類：C23C 14/06

壹、發明名稱：

(中) 碳膜塗敷物件及其製造方法

(外) Carbon film-coated article and method of producing the same

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 日新電機股份有限公司

(外) 日新電機株式会社

代表人：(中) 1. 位高光司

(外)

地址：(中) 日本國京都府京都市右京區梅津高畝町四七番地

(外)

國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 3 人)

1. 姓名：(中) 村上泰夫

(外) 村上泰夫

地址：(中) 日本國京都府京都市右京區梅津高畝町四七番地 日新電機株式會社內

(外)

2. 姓名：(中) 三上隆司

(外) 三上隆司

地址：(中) 日本國京都府京都市右京區梅津高畝町四七番地 日新電機株式會社內

(外)

3. 姓名：(中) 村上浩

(外) 村上浩

地址：(中) 日本國京都府京都市右京區梅津高畝町四七番地 日新電機株式會社內

(外)

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2002/07/10 ; 2002-201339 ☒ 有主張優先權

(1)

玖、發明說明

【前後參照之相關申請案】

本申請案係基於2002年7月10日在日本提出之日本專利申請案第2002-201339號，其全部內容係據此以引用的方式併入本文中。

【發明所屬之技術領域】

本發明有關碳膜塗敷物件，其能用作引擎(例如內燃機包含汽油引擎、柴油機等)之零件、諸如切割工具之切割物件、切割工具之零件等，及其製造方法。

【先前技術】

一碳膜、諸如類鑽碳(Diamond-Like Carbon，下文簡稱 DLC)薄膜具有一高硬度、一高耐磨性及一低摩擦係數。人們曾提議藉著利用碳膜之此特性增加引擎零件、切割物件及類似滑動物件之耐磨性及降低磨擦係數。該滑動物件之耐磨性及磨擦係數能藉著以該 DLC 薄膜或像似碳膜塗敷該滑動物件而改善。

然而，該 DLC 薄膜及像似碳膜對由鋼等製之滑動物件基板之黏附力係低的，且因此可輕易地由該基板分開。爲了改善該 DLC 薄膜及像似碳膜對該基板之黏附力，其已提議在該碳膜及該基板之間形成一中介層。然而，此提議無法建立一充分之黏附力。

(2)

【發明內容】

本發明之一目的係提供一種碳膜塗敷物件，亦即一種在其基板形成有碳膜之物件，該碳膜對該物件之基板具有一高黏附力，及其製造方法。

為達成前述之目的，本發明提供以下之碳膜塗敷物件及以下之製造方法。

(1)碳膜塗敷物件

一種碳膜塗敷物件包含一基板；一混合層，其形成在該基板之至少一部份上，該混合層係由構成該基板之元素及鎢所組成；一鎢膜，其形成在該混合層上；及一碳膜，其形成在該鎢膜上。

(2)製造碳膜塗敷物件之方法

一種製造碳膜塗敷物件之方法，該物件包含一基板；一混合層，其形成在該基板之至少一部份上，該混合層係由構成該基板之元素及鎢所組成；一鎢膜，其形成在該混合層上；及一碳膜，其形成在該鎢膜上，該方法包括以下步驟：

在該基板之至少一部份上形成該混合層，該混合層係由構成該基板之元素及鎢所組成；

在該混合層上形成該鎢膜；及

在該鎢膜上形成該碳膜；

其中該混合層、該鎢膜及該碳膜之至少一種係於真空

(3)

電弧澱積裝置中使用一由電弧放電法所蒸發之陰極材料所形成，該澱積裝置具有一包含該陰極之真空電弧蒸發源。

本發明之前面及其他目的、特色、論點及優點將由以下之詳細敘述及所附圖面變更明顯。

【實施方式】

(1)碳膜塗敷物件

如同本發明之一較佳具體實施例，一碳膜塗敷物件以下列順序具有一混合層、一鎢膜、及一形成在該基板上之碳膜。更特別地是，一混合層、一鎢膜及一碳膜係形成在該物件基板之至少一部份上方。

需要高機械強度之基板可由一包含鐵當作主要成份之材料製成，諸如碳鋼、特殊鋼或像似鋼鐵。該基板可選擇性地由陶瓷、硬質合金(硬金屬)等製成。

該混合層係形成在該基板上及包含一構成該基板之元素(構成該基板之材料)及鎢(W)及可包含其它元素。

該鎢膜係形成於該混合層及該碳膜之間。該鎢膜包含當作該主要成份之鎢(W)及可包含混雜質(次要成份)。

該碳膜係形成在該鎢膜上。該碳膜包含當作該主要成份之碳(C)及可包含混雜質，該混雜質包含碳氮化物、矽等。該碳膜可為譬如一DLC(類鑽碳)薄膜。

如在稍後敘述之實驗結果所示，該碳膜對該鎢膜之黏附力係高於該碳膜對一鉬膜或一鉻膜之黏附力。

既然包含構成該基板之元素及該鎢之混合層係形成於

(4)

該基板及該鎢膜之間，該鎢膜對該基板之黏附力係高的。藉此於該碳膜塗敷物件中，該碳膜對該基板之黏附力係高的。

該碳膜(尤其是 DLC 薄膜)最好具有一高硬度及一低摩擦係數，以致該碳膜塗敷物件能最佳用作需要至少具有一耐磨性及低摩擦特性之構件。譬如，該碳膜塗敷物件(碳膜塗敷構件)能用作滑動構件(滑動零件)。

更特別地是，該碳膜塗敷物件可用作引擎零件，諸如凸輪、夾鐵、起閥器、柱塞、活塞環等及其它機械零件、切割物件、諸如鑽頭、端銑刀、銑刀、切割工具等、模子等。於此碳膜塗敷物件中之碳膜對該基板具有如上述之高黏附力，以致該物件能穩定地長期保有該低摩擦特性及其它特性。

由於該碳膜塗敷物件之使用壽命，該碳膜可具有例如 500 奈米 (nm) 或更多之厚度。當該碳膜係太厚時，剝離或裂縫係極可能發生。如此，該碳膜之厚度可為例如 10 微米或更少。該應力可藉著金屬等之加入所減輕。

太厚或太薄之鎢膜允許其對該碳膜黏附力之減少，如稍後所述實驗結果所示。該鎢膜厚度之上限較好係 170 奈米或更少，更好係 150 奈米或更少，最好係 100 奈米或更少。該鎢膜厚度之下限較好係 5 奈米或更多，更好係 10 奈米或更多。

太厚或太薄之混合層導致該碳膜對該基板之較低黏附力，如稍後所述實驗結果所示。該混合層厚度之上限較好

(5)

係 200 奈米或更少，更好係 100 奈米或更少，尤其更好係 50 奈米或更少，最好係 10 奈米或更少。該混合層厚度之下限較好係 1 奈米或更多，更好係 2 奈米或更多。

(2) 製造一碳膜塗敷物件之方法

如同本發明之一較佳具體實施例，製造一碳膜塗敷物件之方法包含下列步驟：

在一物件之基板上形成一混合層，該混合層包含構成該基板之元素及鎢；

在該混合層上形成一鎢膜；及

在該鎢膜上形成一碳膜。

該混合層、該鎢膜及該碳膜之至少一種係藉著一真空電弧澱積裝置(電弧型離子電鍍裝置)所形成。該真空電弧澱積裝置具有至少一包含該陰極之真空電弧蒸發源。於該真空電弧澱積裝置中，可使用一由電弧放電法所蒸發之陰極材料(構成根據欲形成之層或薄膜所選擇之陰極之物質)形成一層或一薄膜，更特別地是藉著該陰極附近所產生之電漿電離一已蒸發之陰極材料所形成。該混合層、該鎢膜及該碳膜之任何一種可藉著該真空電弧澱積裝置所形成。

當使用該真空電弧澱積裝置時，該已電離陰極材料可藉著一施加至該基板之偏壓被吸引至該基板及可造成與該基板衝撞。於形成該混合層、該鎢膜及該碳膜之任何一種時可進行此偏壓之施加。

可藉著使用鎢當作一陰極材料(換言之使用一主要包

(6)

含鎢之陰極)使該基板於該真空電弧澱積裝置中遭受一高速粒子撞擊製程(涉及一高速粒子撞擊製程之真空電弧澱積操作)形成該混合層。更特別地是，當施加一相當高之偏壓至該基板時，當作該陰極材料之鎢係已藉著一電漿電離，以致該已電離之鎢係被驅動進入該基板(亦即該基板係遭受一高速粒子撞擊製程)，藉此形成包含一構成該基板之元素及鎢之混合層。

於此案例中，推測該基板之表面特性可藉著該高速粒子撞擊製程改善，導致該混合層之形成。當該混合層係藉著該高速粒子撞擊製程所形成時，該基板之表面係遭受濺射清洗及加熱該基板，藉以使欲稍後形成之鎢膜增加其對該混合層之黏附力。

該鎢膜可於該真空電弧澱積裝置中藉著使用鎢當作一陰極材料(換言之使用一主要包含鎢之陰極)之真空電弧澱積方法所形成。譬如當用作該陰極材料之鎢係變成電漿及係已電離時，同時施加一相當低之偏壓至該基板，該已電離之鎢係澱積在該基板上(該基板上之混合層)以形成該鎢膜。其例如係選擇性地施加一偏壓至該基板，此偏壓之絕對值(包括0伏特)係低於當藉著該高速粒子撞擊製程所形成混合層時之偏壓。

該碳膜可於該真空電弧澱積裝置中藉著使用碳當作一陰極材料(換言之使用一主要包含碳之陰極)之真空電弧澱積方法所形成。譬如當用作該陰極材料之碳係變成電漿及係已電離時，同時施加一偏壓至該基板，該已電離之碳係

(7)

澱積在該基板上(該基板上之鎢膜)以形成該碳膜。

該混合層、該鎢膜及該碳膜之任何一種可用異於使用前面之真空電弧澱積裝置之其他方法所形成。該碳膜可譬如藉著一電漿化學蒸氣澱積(CVD)法、濺射法、雷射澱積法等所形成。然而，該混合層、該鎢膜及該碳膜之任何一種可藉著該方法使用該真空電弧澱積裝置在一相當高澱積速率下形成。這是因為該電漿中陰極材料之離子密度可由於陰極材料藉著電弧放電法之蒸發而相對地增加。當使用該真空電弧澱積裝置時，該混合層、該鎢膜及該碳膜能以一相當複雜之形狀(例如於一立方形狀中之基板)正確地形成在該物件之基板上，及甚至在一大面積上方之澱積係輕易可實行的。

再者，由該真空電弧澱積方法所形成之碳膜比當藉著一電漿 CVD 法、濺射法或雷射澱積法所形成時具有更高硬度及較低之氫含量。當該碳膜係藉著該真空電弧澱積法所形成時，其可能同時施加一脈衝型偏壓至對該基板。藉此可降低如此形成碳膜中之內應力及可形成具有一高度平滑表面之碳膜。

於製造一碳膜塗敷物件之前面方法中，該混合層、該鎢膜及該碳膜之至少一種係形成在該真空電弧澱積裝置中。譬如，所有該混合層、該鎢膜及該碳膜可形成在相同之真空電弧澱積裝置中。當該混合層、該鎢膜及該碳膜係形成在相同之真空電弧澱積裝置時，能夠在一比當他們之一或二係形成於其它裝置時較短之時間中施行該基板之運送

(8)

、由一製程室移除氣體、該基板之加熱。

這意指該混合層、該鎢膜及該碳膜可如此有效率地形成及一碳膜塗敷物件可如此有效率地製造。於此案例中，於該混合層及該鎢膜間之一介面及於該鎢膜及該碳膜間之一介面係不可能接觸到混雜質，且可建立適當之介面。

一般用於形成該混合層、該鎢膜及該碳膜之真空電弧澱積裝置具有至少二真空電弧蒸發源，例如包含一鎢陰極(包含當作該主要成份之鎢之陰極)之第一真空電弧蒸發源及包含一碳陰極(包含當作該主要成份之碳之陰極)之第二真空電弧蒸發源。

當該混合層、該鎢膜及該碳膜係藉著僅只具有一包含陰極之真空電弧蒸發源之真空電弧澱積裝置所形成時，在形成該混合層及該鎢膜之後需要將一鎢陰極替換成一碳陰極。當採用具有該第一及第二真空電弧蒸發源之真空電弧澱積裝置時，可節省用於替換陰極之時期，且藉此可更有效率地製造一碳膜塗敷物件。

可使用具有二或更多真空電弧蒸發源之真空電弧澱積裝置，每一蒸發源包含鎢陰極，以便於形成該混合層及／或該鎢膜中增加該澱積速率。同理，可使用具有二或更多真空電弧蒸發源之真空電弧澱積裝置，每一蒸發源包含碳陰極，以便於形成該碳膜中增加該澱積速率。

用於形成該混合層、該鎢膜及該碳膜之至少一種之真空電弧澱積裝置可為一磁性過濾器型，其具有用於至少一真空電弧蒸發源之磁性過濾器，以防止具有數微米至數十

(9)

微米直徑之陰極材料微粒附著至該基板。

特別是當形成該碳膜時，其較佳的是使用此磁性過濾器型之真空電弧澱積裝置。其理由如下。當該陰極係於形成該碳膜中使用一種具有一包含碳陰極之真空電弧蒸發源之真空電弧澱積裝置而設置成相向於該基板時，該碳微粒輕易地黏著至該基板之表面(該基板上之鎢膜)。

(3)碳膜塗敷物件之範例及其製造方法之敘述

將參考各圖面敘述碳膜塗敷物件之一範例及其製造方法。圖1係一局部剖視圖，其圖示地顯示該碳膜塗敷物件之一範例。

圖1所示碳膜塗敷物件1具有該物件之一基板11。一混合層12、一鎢膜13及一碳膜14係以此形成順序由該基板側疊置在該基板11之至少一部份上。

於此範例中，該基板11係由鉻鉬鋼所製成。該混合層12包含一構成該基板之元素及鎢(W)。於此範例中，該混合層包含鐵(Fe)、鉻(Cr)、鉬(Mo)及鎢。於此範例中，該混合層12具有5奈米之厚度。於此範例中，該鎢膜13主要地係由鎢所組成及具有50奈米之厚度。於此範例中，該碳膜14係一具有500奈米厚度之DLC薄膜。

該碳膜塗敷物件1於低摩擦特性及耐磨性中係優異的，因為其覆蓋著該高硬質DLC薄膜(碳膜)14。該DLC薄膜14及該鎢膜13間之黏附力、該鎢膜13及該混合層12間之黏附力、及該混合層12及該基板11間之黏附力係皆良好，

(10)

以致該 DLC 薄膜 14 對該基板 11 之黏附力係良好。以此特色，該碳膜塗敷物件 1 可長期穩定地維持該低摩擦特性及耐磨性。

於此範例中，該 DLC 薄膜 14 係藉著一真空電弧澱積法使用一真空電弧澱積裝置所形成，以致其比當藉著一電漿 CVD 法、濺射法、雷射澱積法或其它方法所形成時具有一更少之氫含量。藉此該 DLC 薄膜 14 甚至在高溫環境之下能穩定地呈現該低摩擦特性及其它特性。

於具有一低摩擦特性及一高耐磨性之碳膜塗敷物件 1 中，該基板 11 可為用作引擎零件，諸如凸輪、夾鐵、起閥器、柱塞、活塞環等及其它機械、切割物件、諸如鑽頭、端銑刀、銑刀、切割工具、或其零件等基板之一。具有此基板 11 之物件 1 可最好用作引擎零件及類似機械零件、切割物件等，它們需要一低摩擦特性及一耐磨性。

將敘述該碳膜塗敷物件 1 之製造方法。於此範例中，所有該混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 14 係使用一具有真空電弧蒸發源之真空電弧澱積裝置所形成。更特別地是，所有他們係使用相同之真空電弧澱積裝置所形成。

圖 2 係一概要圖，其顯示欲用於形成該混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 14 之真空電弧澱積裝置範例之結構。

圖 2 之真空電弧澱積裝置 AP1 係磁性過濾器型及設有一真空室 20、一磁性過濾器 5 及二真空電弧蒸發源 3, 4。

於該室 20 中，夾具 21 係設置成用於抓住該基板 11，用

(11)

於形成該 DLC 薄膜 14 等。一負電壓可由一偏壓電源 22 經由支撐該基板 11 之夾具 21 施加至該基板 11。該室 20 係接地。

一抽空器 23 係連接至該室 20。該氣體係藉著該抽空器 23 由該室 20 移去，藉以使該室 20 中之氣壓可調整至一指定範圍。一供氣單元 24 係連接至該室 20。一指定之氣體可藉著該供氣單元 24 導入該室 20。

該真空電弧蒸發源 3 具有一陰極 31、一電弧電源 32、一屏板 33 及一觸發電極 34。該陰極 31 係置於該室 20 中，係相向於該夾具 21 及係由鎢所組成。該屏板 33 係呈環狀及係設置成可圍繞著該陰極 31。一空間係形成於該屏板 33 及該陰極 31 之間，它們係彼此電絕緣。該屏板 33 係經由一電阻器 35 電連接至該室 20。

該觸發電極 34 能夠藉著一驅動裝置(未示出)在該圖面之左右方向中由其頂部接觸該陰極 31 之位置移動至其頂部未與該陰極 31 接觸之位置。

當該觸發電極 34 係與該陰極 31 形成接觸及未與該陰極 31 接觸時，同時由該電弧電源 32 施加一負電壓至該陰極 31，電火花係於該觸發電極 34 及該陰極 31 之間放射。藉著該火花觸發電弧放電。

當作一陰極材料之鎢係藉著該電弧放電所加熱、熔化及蒸發。電漿係藉著該電弧放電於該陰極 31 之前面(該圖面中陰極 31 之右邊)產生，藉以局部電離該蒸發鎢。換言之，於該真空電弧蒸發源 3 中，能夠在該陰極 31 之前面藉

(12)

著電弧放電產生包含鎢離子之電漿。

提供一磁性過濾器 5 以防止用於該真空電弧蒸發源 4 之陰極材料微粒黏著至由該夾具 21 所支撐之基板 11。該磁性過濾器 5 具有一彎曲之運送管 51、一捲繞在該運送管 51 上之磁性線圈 52、及一用於激勵該磁性線圈 52 之電源 53。該運送管 51 係連接至該室 20。於此範例中，該運送管 51 係在一 90 度角彎曲。該運送管 51 中之一開口係相向於設置在該室 20 中之夾具 21，而另一開口係以一端板 54 關上。

一直流電壓係由該電源 53 施加至該磁性線圈 52，藉以可在該運送管 51 內實質上沿著該運送管 51 內壁產生一磁場。在圖 2 中 55 所示者係以此方式所形成磁場中之磁力線。

該真空電弧蒸發源 4 具有一陰極 41、一陰極夾具 42、及一電弧電源 43。該陰極 41 係由碳所組成及在該運送管 51 之一端點經由一絕緣材料所形成之夾具 42 固定至該端板 54。由設置在該運送管 51 端點之陰極 41 之位置不能看見該室 20 中之夾具 21 (藉著該夾具 21 所固定之基板 11)，因為藉著在一 90 度角彎曲之運送管 51 內壁而中斷。換言之，該運送管 51 內壁存在於一連接該陰極 41 與該夾具 21 之直線上。

於此範例中，該端板 54 亦具有一陽極之作用。當一電弧放電電壓係由該電弧電源 43 施加於他們之間時，於該端板 54 (陽極) 及該陰極 41 之間造成電弧放電。該蒸發源 4 具有一用於電弧放電之點火之觸發電極 44，如於前述之蒸發源 3 中。

該觸發電極 44 係經由一電阻器 45 連接至該端板 54。該

(13)

觸發電極 44 能夠藉著一驅動裝置 (未示出) 在該圖面之左右方向中由其頂部接觸該陰極 41 之位置移動至其頂部未與該陰極 41 接觸之位置。

當該觸發電極 44 係與該陰極 41 形成接觸及未與該陰極 41 接觸時，同時由該電弧電源 43 施加一負電壓至該陰極 41，電火花係於該觸發電極 44 及該陰極 41 之間放射。藉著該火花觸發電弧放電。當作一陰極材料之碳係藉著該電弧放電所加熱、熔化及蒸發。

電漿係藉著該電弧放電於該陰極 41 之前面 (該圖面中陰極 41 之右邊) 產生，藉以局部電離該蒸發碳。換言之，於該真空電弧蒸發源 4 中，能夠在該陰極 41 之前面 (該圖面中陰極 41 之右邊) 藉著電弧放電產生包含碳離子之電漿。

於如上面所述之真空電弧澱積裝置 AP1 中，當藉著該夾具 21 固定該基板時，該混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 (碳膜) 14 能夠以下列方式形成在該基板 11 上。於該混合層及這些薄膜之形成中，固定該基板 11 之夾具 21 可藉著一驅動裝置 (未示出) 旋轉，以形成一均勻之混合層及均勻之薄膜。

於一薄膜之澱積中，氣體、例如包含反應氣體 (諸如氮氣及氧氣體) 之空氣係藉著該抽空器 23 由該室 20 移去，以使得該內側變成例如 10^{-4} 陶爾 (大約 10^{-2} 巴) 或更少之一減壓狀態。

此後諸如氬氣之一無活性氣體係藉著該供氣單元 24 導

(14)

入該室 20，以使得該內側變成例如 1×10^{-3} 陶爾(大約 1×10^{-1} 巴)至 8×10^{-3} 陶爾(大約 8×10^{-1} 巴)之狀態，以致在該蒸發源 3 及 4 中容易保有電弧放電。

當形成該混合層 12 時，該操作採用具有鎢所構成之陰極 31 之蒸發源 3，而非該蒸發源 4。藉著該蒸發源 3，可如上面所述在該陰極 31 之前面產生包含鎢離子之電漿，亦即於該陰極及固定該基板 11 之夾具 21 之間。於此操作中，一相當高之負直流電壓(例如大約 DC-400V 至 DC-2000V)係經由該夾具 21 由該偏壓電源 22 施加至對該基板 11。

該鎢離子係藉著施加至該基板 11 之偏壓被吸引至該基板 11 及造成與該基板 11 衝撞，藉以使該離子被猛推入該基板 11。亦即該基板 11 係藉著該鎢離子遭受一高速粒子撞擊製程，藉以使包含該猛推入鎢之一層係形成為該基板 11 上之一表面層，亦即形成包含基板構成元素及鎢之混合層 12。

此後該鎢膜 13 係形成在該混合層 12 上，同時維持該室 20 中之壓力。當形成該鎢膜 13 時，該操作採用具有鎢所構成之陰極 31 之蒸發源 3，而非該蒸發源 4。當形成該鎢膜 13 時，藉著該蒸發源 3 產生包含鎢離子之電漿，且一負電壓係由該偏壓電源 22 施加至該基板 11。

當形成該鎢膜 13 時，一負直流電壓(例如大約 DC-200V)係施加至該基板，此電壓之絕對值係低於當形成該混合層 12 時(當進行該高速粒子撞擊製程時)之電壓。藉此該鎢離子係被吸引至該基板 11 及係造成與該基板 11 衝撞，

(15)

以致該鎢膜13係形成在該混合層12上。

既然欲施加至該基板11之偏壓係如此低，以致該鎢離子猛推(高速粒子撞擊)進入該基板11之作用係微小的，且鎢變成累積在該混合層12上，並在該混合層12上形成該鎢膜13。

隨後，該DLC薄膜(碳膜)14係形成在該鎢膜13上，同時保持該室20中之壓力。當形成該DLC薄膜14時，該操作採用具有碳所構成之陰極41之蒸發源4，而非該蒸發源3。藉著該蒸發源4，如上面所述在該陰極41之前面產生包含碳離子之電漿。該電漿係藉著由該磁性線圈52所產生之磁場沿著該運送管51運送，及係引導朝向藉著該室20中之夾具21所支撐之基板11。

於此操作中，一負偏壓已由該偏壓電源22施加至該基板11。於此範例中，一脈衝型負偏壓係施加至該基板11。譬如，約-1千伏特至約-10千伏特之脈衝電壓係在5千赫茲之頻率及在大約百分之2至大約百分之10之負荷比下施加至該基板11。該電漿中之碳離子係藉著施加至該基板11之偏壓被吸引至對該基板11，藉以使該DLC薄膜(碳膜)14形成在該鎢膜13上。

如下移去該蒸發源4中包含碳離子之電漿產生所製造陰極構成物質之微粒(小滴)，以藉著該磁性過濾器5防止該微粒抵達該室20。沒有電荷之微粒於最初所採取之方向中造成一實質上直線之前進，並由該陰極41開始，因為該微粒不會由於該磁性線圈52所產生之磁場而彎曲。

(16)

大部份微粒係造成與該彎曲運送管 51 之內壁衝撞，因此未能抵達該室 20 之內側。縱使該微粒開始在一方向中移動，並抵達該室 20 之內側，該基板 11 將不會存在於該開始方向中之一直線上，使得該微粒不可能黏著至該基板 11。

當一混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 14 係藉著前述方法所形成時，獲得以下之優點。

比當藉著一電漿 CVD 法、濺射法或雷射澱積法所形成時，該混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 14 可藉著使用該電弧放電所蒸發之陰極材料在一相對較高之澱積速率下形成，導致較高之生產能力。根據該真空電弧澱積裝置 AP1，該混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 14 可形成在該基板 11 上，縱使該基板係於一相當複雜之形狀（例如於一立方形狀中之基板）。此外，甚至在一大面積上方之澱積係相當輕易可實行的。

藉著使該基板遭受一高速粒子撞擊製程形成該混合層 12，以致增加該混合層 12 對該基板 11 之黏附力。既然該基板 11 係遭受一高速粒子撞擊製程，該基板 11 可藉著濺射所清潔及可加熱，藉以增加該鎢層 13（稍後形成）對該混合層 12 之黏附力。

當藉著如上面所述之真空電弧澱積法形成該 DLC 薄膜（碳膜）14 時，該 DLC 薄膜 14 比當由一電漿 CVD 法、濺射法及雷射澱積法所形成時具有一較高硬度及一更少之氫含量。因為較少氫含量，該 DLC 薄膜 14 甚至在一高溫環境之下能穩定地呈現一低摩擦特性。

(17)

既然該 DLC 薄膜 14 係已形成，同時施加該脈衝型偏壓至該基板 11，該 DLC 薄膜 14 中之內應力可降低，及該 DLC 薄膜 14 能具有一高度平滑之表面。

所有該混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 14 係使用相同之真空電弧澱積裝置 AP1 所形成。因此，可於比當他們之一或二係形成於其它裝置時較短之時間施行該基板 11 之運送、退出等。這意指該混合層、鎢膜及碳膜可如此有效率地形成，導致增加之生產能力。

該真空電弧澱積裝置 AP1 具有用於形成該混合層 12 及該鎢膜 13 之蒸發源 3 及用於形成該 DLC 薄膜 14 之蒸發源 4，亦即二蒸發源，以致該混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 14 可連續地形成，而不須替換每一蒸發源中之陰極。藉此可有效率地形成該混合層 12、鎢膜 13 及 DLC 薄膜 14，而具有高生產能力。

既然該磁性過濾器 5 係提供用於形成該 DLC 薄膜 14 之蒸發源 4，可防止構成該陰極 41 之物質微粒黏著至該基板 11 (鎢膜 13)，藉以可抑止該 DLC 薄膜 14 免於降低該 DLC 薄膜 14 之表面平滑性。可進一步抑止該 DLC 薄膜 14 免於由該 DLC 薄膜 14 之一部份開始至已經附著該微粒處之剝離及龜裂。於此範例中，該磁性過濾器 5 係僅只提供用於具有該碳陰極之蒸發源 4，其中微粒係極可能發展，但亦可提供用於該蒸發源 3。

(4) 在碳膜底層之材料及厚度上之實驗

(18)

製造該碳膜塗敷物件之測試片，以使用具有該碳膜之一底層作用之各種厚度鎢膜研究該碳膜對該基板之黏附力。

該碳膜塗敷物件之測試片係製造如下。一混合層、鎢膜及碳膜(DLC 薄膜)係藉著上述方法使用圖 2 所示真空電弧澱積型裝置所形成。該基板係由鉻鉬鋼 SCM415 所製成。在空氣已由該室 20 抽空以獲得 1×10^{-5} 陶爾(大約 1×10^{-3} 巴)壓力之後，每一層及薄膜係在藉著將每分鐘 100 立方公分之氬氣導入該室以獲得 5×10^{-3} 陶爾(大約 5×10^{-1} 巴)之壓力所準備之一氣壓條件下形成在該室中。

藉著以在 100A(100 安培)之電弧電流供給該蒸發源中之鎢陰極，及施加 DC(-1000 伏特)之偏壓至該基板以使該基板遭受一高速粒子撞擊製程形成一混合層。根據該真空電弧澱積法，藉著以在 80A(80 安培)之電弧電流供給該蒸發源中之鎢陰極，及施加 DC(-200 伏特)之偏壓至該基板形成一鎢膜。根據該真空電弧澱積法，藉著以在 80A 之電弧電流供給該蒸發源中之碳陰極，及施加 -5 千伏特之脈衝型偏壓至該基板形成一 DLC 薄膜。該脈衝電壓係在 10 千赫茲之頻率、及百分之 5 之負荷比下施加至該基板。

製造五塊該碳膜塗敷物件之測試片。該測試片係彼此不同，其中該鎢膜厚度分別係 5 奈米、10 奈米、50 奈米、100 奈米及 200 奈米。於這些測試片之任一片中，該混合層具有 10 奈米之厚度及該 DLC 薄膜具有 500 奈米之厚度。該混合層之厚度係 10 奈米，在此於稍後所述實驗中可達成良

(19)

好結果。

製造該碳膜塗敷物件之以下三種比較用測試片，以研究該碳膜(DLC 薄膜)對該基板之黏附力。所有這些比較測試片具有相同之材料(SCM415鋼)基板，如用於具有該鎢膜之測試片之基板。

於該第一型比較測試片中，使用一鉬膜代替該鎢膜當作該 DLC 薄膜之底層，且一混合層係對應於該底層(鉬膜)。亦即該第一型比較測試片具有一鉬(Mo)膜及一於該 DLC 薄膜及該基板之間包含鉬及基板構成元素之混合層。

該第一型比較測試片係以與製造具有該鎢膜之測試片所做相同之方式製成，除了該鉬係用作該蒸發源中之一陰極材料而用於形成該鉬膜及該混合層外。

更特別地是，藉著使該基板在與於具有該鎢膜之測試片中形成該混合層之相同澱積條件下遭受一高速粒子撞擊製程，以形成該第一型比較測試片之每一片中之混合層。藉著在與於具有該鎢膜之測試片中形成該鎢膜之相同澱積條件下之真空電弧澱積法，以形成該第一型比較測試片之每一片中之鉬膜。藉著在與於具有該鎢膜之測試片中形成該 DLC 薄膜之相同澱積條件下之真空電弧澱積法，以形成該第一型比較測試片之每一片中之 DLC 薄膜。

以鉬膜厚度分別係 5 奈米、10 奈米、50 奈米及 100 奈米之方式形成四塊第一型比較測試片。於該第一型比較測試片之每一片中，該混合層具有 10 奈米之厚度，及該 DLC 薄膜具有 500 奈米之厚度。

(20)

於該第二型比較測試片中，使用一鉻(Cr)膜代替該鎢膜當作該 DLC 薄膜之底層，且一混合層係對應於該底層(鉻膜)。亦即該第二型比較測試片具有一鉻膜及一於該 DLC 薄膜及該基板之間包含鉻及基板構成元素之混合層。

該第二型比較測試片係以與製造具有該鎢膜之測試片所做相同之方式製成，除了該鉻係用作該蒸發源中之一陰極材料而用於形成該鉻膜及該混合層外。更特別地是，藉著使該基板在與於具有該鎢膜之測試片中形成該混合層之相同澱積條件下遭受一高速粒子撞擊製程，以形成該第二型比較測試片之每一片中之混合層。

藉著在與於具有該鎢膜之測試片中形成該鎢膜之相同澱積條件下之真空電弧澱積法，以形成該第二型比較測試片之每一片中之鉻膜。

藉著在與於具有該鎢膜之測試片中形成該 DLC 薄膜之相同澱積條件下之真空電弧澱積法，以形成該第二型比較測試片之每一片中之 DLC 薄膜。

以鉻膜厚度分別係 5 奈米、10 奈米、50 奈米、100 奈米及 200 奈米之方式製成五塊第二型比較測試片。於該第二型比較測試片之每一片中，該混合層具有 10 奈米之厚度，及該 DLC 薄膜具有 500 奈米之厚度。

於該第三型比較測試件中，一 DLC 薄膜係直接形成在該基板上。該第三型比較測試件中之 DLC 薄膜係藉著在與具有該鎢膜之測試片中形成該 DLC 薄膜之相同澱積條件下之真空電弧澱積法所形成。該第三型比較測試件中

(21)

之 DLC 薄膜具有 500 奈米之厚度。

於每一測試片中，該 DLC 薄膜對該基板之黏附力係藉著一駱氏 (Rockwell) 硬度測試機評估如下。藉著用於一 C 形刻度駱氏硬度測試中之壓頭 (錐形鑽石壓頭) 在 150 公斤之負載下壓下該基板上方之 DLC 薄膜，藉此以環繞藉著該下壓操作所形成壓痕之剝離 DLC 薄膜面積之觀點評估該 DLC 薄膜對該基板之黏附力。其結果顯示該剝離薄膜面積越小，則該 DLC 薄膜對該基板之黏附力越高。

這些結果係顯示於圖 3。由圖 3 變得明顯的是當一鎢膜及一包含鎢之混合層係形成在該 DLC 薄膜及該基板之間時，該 DLC 薄膜對該基板之黏附力係高於當該 DLC 薄膜直接形成在該基板上時。其亦明顯的是當該 DLC 薄膜之底層具有相同厚度時，一形成為該底層之鎢膜比當一鉬膜或一鉻膜係用作該底層時達成該 DLC 薄膜對該基板之一較高黏附力。

其進一步看出當太厚或太薄時，一鎢膜降低該 DLC 薄膜對該基板之黏附力。該鎢膜之厚度較好係大約 5 奈米或更大，更好係大約 10 奈米或更大。該鎢膜之厚度較好係大約 170 奈米或更少，更好係大約 150 奈米或更少，最好係大約 100 奈米或更少。

(5) 在混合層厚度上之實驗

製造該碳膜塗敷物件之測試片以使用各種混合層厚度研究該碳膜 (DLC 薄膜) 對該基板之黏附力。

(22)

製造六塊碳膜塗敷物件之測試片。這些測試片係彼此不同，其中鎢及構成該基板之元素所形成之混合層分別具有2奈米、5奈米、10奈米、50奈米、100奈米及200奈米之厚度。於這些測試片中，該混合層、鎢膜及DLC薄膜係由相同方法及在如上面所述相同之條件下所形成。任一測試片中之基板係由鉻鉬鋼SCM415所製成。於該測試片之任一片中，該鎢膜具有50奈米之厚度，及該DLC薄膜具有500奈米之厚度。當該鎢膜具有50奈米厚度時，該DLC薄膜對該基板呈現一優異之黏附力，如由圖3明顯看出者。

爲了比較故，製造一沒有混合層之測試件，亦即具有一鎢膜及一DLC薄膜，並以此順序形成在該基板上，以研究該DLC薄膜對該基板之黏附力。於該比較測試件中，該鎢膜及DLC薄膜係由相同方法及在如上面所述相同之條件下所形成。於該比較測試件中，該鎢膜具有50奈米之厚度，及該DLC薄膜具有500奈米之厚度。

於該測試片之每一片中，以如上面所述相同之方式用壓頭(錐形鑽石壓頭)形成該壓痕所環繞之剝離DLC薄膜面積之觀點評估該DLC薄膜對該基板之黏附力。於沒有一混合層之比較測試件中，該DLC薄膜變得剝離，反之於具有該混合層之測試件中，沒有任何DLC層變得剝離，不管該混合層之厚度爲何。

如上面所述，當由前面之評估方法所測量時，未發現由於混合層之厚度而在該DLC薄膜對該基板之黏附力中

(23)

之差別。於這些測試片中，DLC 薄膜之黏附力係如下文所述進一步評估，以便研究該混合層厚度之一較佳範圍。

一壓按件係在一引擎油中之下壓力下與該基板上之 DLC 薄膜形成接觸，及係藉著馬達在每分鐘 1042 轉之轉速 (每秒 1200 毫米之滑行速度) 下旋轉。於此操作中，當逐漸增加該壓按件抵住該 DLC 薄膜之負載 (於該壓按件下壓抵住該 DLC 薄膜時在該壓按件上之負載) 時，已發現涉及一負載 [公斤重 / 平方毫米]，當在前面之轉速下旋轉該壓按件所需之馬達轉動扭矩達到 20 [牛頓] 或更多時。當該 DLC 薄膜藉著增加該負載變得剝離時，於轉動該壓按件中需要該馬達之一大轉動扭矩。假如一高度可滑動之 DLC 薄膜牢靠地黏著至該基板及不會由該基板分開，亦即即使當加上一重負載時，該馬達之轉動扭矩於轉動該壓按件中係小的。因此這顯示出所測量之負載越重，則該 DLC 薄膜對該基板之黏附力越高。所使用壓按件之形狀係如 JIS-K7218A 所規定，亦即圓柱形，且由機器結構使用之碳鋼 (S50C) 製成。

這些結果係顯示於圖 4 中。圖 4 顯示當包含鎢及一基板構成元素之混合層係太厚或太薄時，該 DLC 薄膜對該基板之黏附力係降低。由圖 4 亦變得明顯的是該混合層之厚度較好係大約 1 奈米或更多，更好係大約 2 奈米或更多。其進一步明顯的是該混合層之厚度較好係大約 200 奈米或更少，更好係大約 100 奈米或更少，尤其更好係大約 50 奈米或更少，最好係大約 10 奈米或更少。

(24)

如上面所提出者，本發明提供一種碳膜塗敷物件，其中形成一碳膜及該碳膜對該基板之黏附力係高的，及其製造方法。根據本發明之製造方法，可有效率地形成該碳膜及其他者。

雖然已詳細敘述及說明本發明，應清楚地了解本發明係僅只供作說明及範例，及不欲視為本發明之限制，本發明之精神及範圍係僅只受限於所附申請專利範圍之條款。

【圖式簡單說明】

圖 1 係一局部剖視圖，其顯示該碳膜塗敷物件之一範例。

圖 2 係一概要圖，其顯示該真空電弧濺積裝置之一範例之結構。

圖 3 係一曲線圖，其顯示一方面(下面)DLC 薄膜之一底層材料與厚度及另一方面代表 DLC 薄膜對該基板之黏附力之剝離面積間之關係。

圖 4 係一曲線圖，其顯示該 DLC 薄膜與該基板間所形成混合層之厚度及一代表該 DLC 薄膜對該基板之黏附力之負荷電阻間之關係。

[圖號說明]

1：碳膜塗敷物件

11：基板

12：混合層

(25)

13 : 鎢膜

14 : 碳膜 (DLC 薄膜)

AP1 : 真空電弧澱積裝置

20 真空室

21 : 基板夾具

22 : 偏壓電源

23 : 抽空器

24 : 供氣單元

3,4 : 真空電弧蒸發源

31,41 : 陰極

32 : 電弧電源

33 : 屏板

34 : 觸發電極

35 : 電阻器

42 : 陰極夾具

43 : 電弧電源

5 : 磁性過濾器

51 : 運送管

52 : 磁性線圈

53 : 電源

54 : 端板

伍、中文發明摘要

發明之名稱：碳膜塗敷物件及其製造方法

本發明係針對一種碳膜塗敷物件，其包含一基板；一混合層，其形成在該基板之至少一部份上，且由構成該基板之元素及鎢所組成；一鎢膜，其形成在該混合層上；及一碳膜，其形成在該鎢膜上。本發明提供一製造該碳膜塗敷物件之方法，該方法包含下列步驟：在該基板之至少一部份上形成該混合層，該混合層係由構成該基板之元素及鎢所組成；在該混合層上形成一鎢膜；及在該鎢膜上形成一碳膜；其中該混合層、該鎢膜及該碳膜之至少一種係於真空電弧澱積裝置中使用一由電弧放電所蒸發之陰極材料所形成，該澱積裝置具有一包含該陰極之真空電弧蒸發源。

陸、英文發明摘要

發明之名稱：Carbon film-coated article and method of producing the same

This invention is directed to a carbon film-coated article comprising a substrate; a mixed layer formed on at least a part of the substrate, and composed of an element(s) constituting the substrate and tungsten; a tungsten film formed on the mixed layer; and a carbon film formed on the tungsten film. The invention provides a method of producing the carbon film-coated article, the method comprising the steps of: forming a mixed layer on at least a part of the substrate, the mixed layer being composed of an element(s) constituting the substrate and tungsten, forming a tungsten film on the mixed layer, and forming a carbon film on the tungsten film, wherein at least one of the mixed layer, the tungsten film and the carbon film is formed using a cathode material evaporated by arc discharge in a vacuum arc deposition apparatus having a vacuum arc evaporation source including the cathode.

(1)

拾、申請專利範圍

1. 一種碳膜塗敷物件，其包含一基板；一混合層，其形成在該基板之至少一部份上，且由構成該基板之元素及鎢所組成；一鎢膜，其形成在該混合層上；及一碳膜，其形成在該鎢膜上。

2. 如申請專利範圍第 1 項之碳膜塗敷物件，其中該混合層具有 200 奈米或更少之厚度。

3. 如申請專利範圍第 1 項之碳膜塗敷物件，其中該鎢膜具有 170 奈米或更少之厚度。

4. 如申請專利範圍第 1 項之碳膜塗敷物件，其中該碳膜具有 500 奈米至 10 微米之厚度。

5. 如申請專利範圍第 1 項之碳膜塗敷物件，其中該基板係由一包含當作主要成份之鐵之材料所製成。

6. 一種製造碳膜塗敷物件之方法，該物件包含一基板；一混合層，其形成在該基板之至少一部份上，且由構成該基板之元素及鎢所組成；一鎢膜，其形成在該混合層上；及一碳膜，其形成在該鎢膜上，該方法包括以下步驟：

在該基板之至少一部份上形成該混合層，該混合層係由構成該基板之元素及鎢所組成；

在該混合層上形成該鎢膜；及

在該鎢膜上形成該碳膜；

其中該混合層、該鎢膜及該碳膜之至少一種係於真空電弧澱積裝置中使用一由電弧放電所蒸發之陰極材料所形

(2)

成，該澱積裝置具有一包含該陰極之真空電弧蒸發源。

7.如申請專利範圍第6項之方法，其中該碳膜係藉著一真空電弧澱積法於該真空電弧澱積裝置中使用碳當作該陰極材料所形成，而同時施加一脈衝型偏壓至該基板。

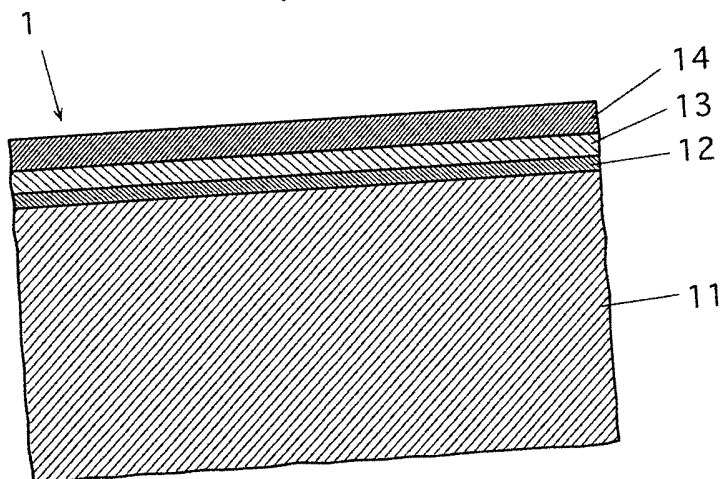
8 如申請專利範圍第6項之方法，其中該混合層係藉著於該真空電弧澱積裝置中使用鎢當作該陰極材料所形成，而同時施加一偏壓至該基板以使該基板遭受一高速粒子撞擊製程。

9 如申請專利範圍第6項之方法，其中所有該混合層、該鎢膜及該碳膜係形成在一相同之真空電弧澱積裝置中。

10.如申請專利範圍第6項之方法，其中該真空電弧蒸發裝置具有至少二真空電弧蒸發源，包括具有一包含當作主要成份之鎢陰極之第一真空電弧蒸發源及具有一包含當作主要成份之碳陰極之第二真空電弧蒸發源。

11.如申請專利範圍第6項之方法，其中該真空電弧澱積裝置係一種磁性過濾器型，其具有用於至少一真空電弧蒸發源之磁性過濾器，用於抑止該陰極材料之微粒附著至該基板。

圖1



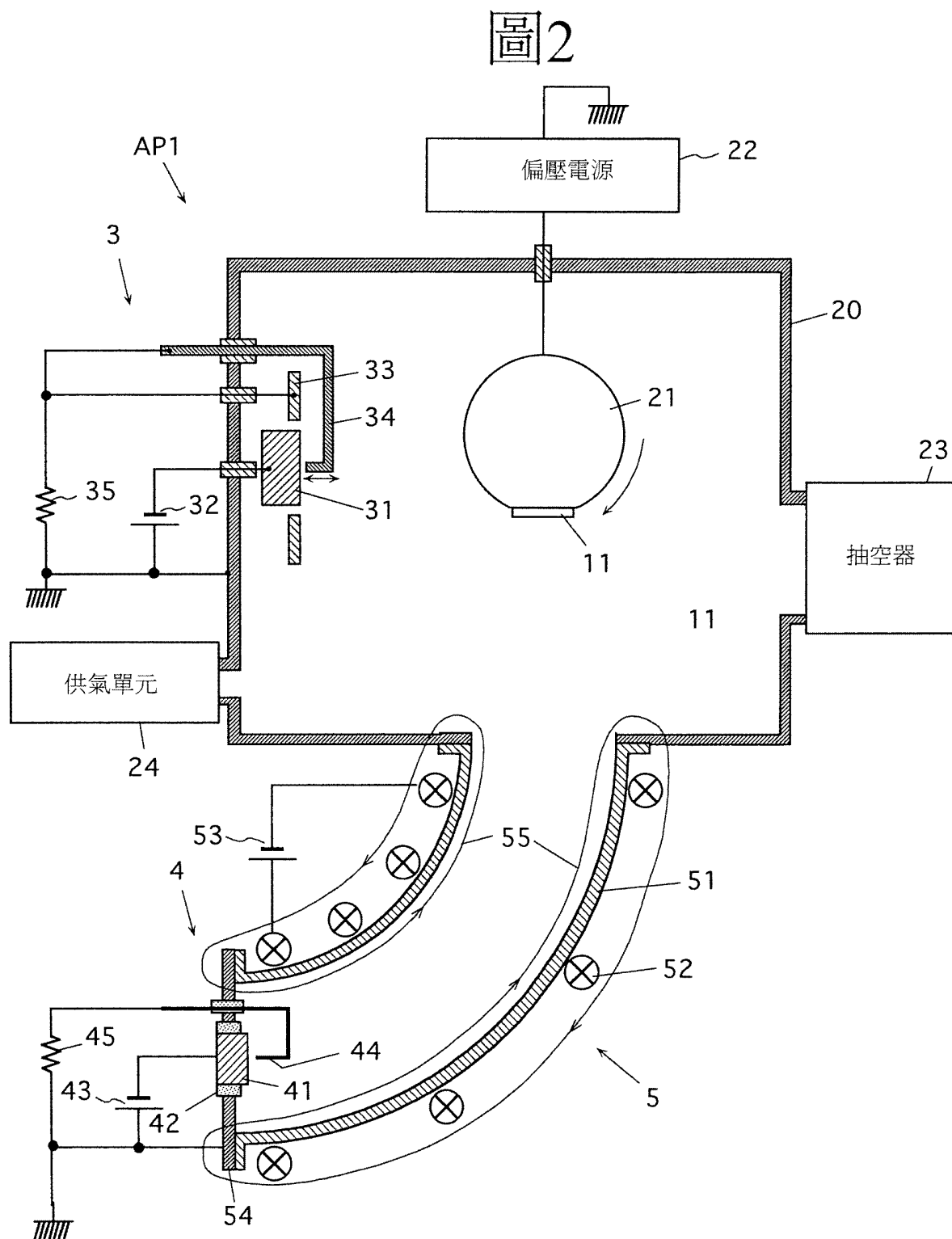


圖3

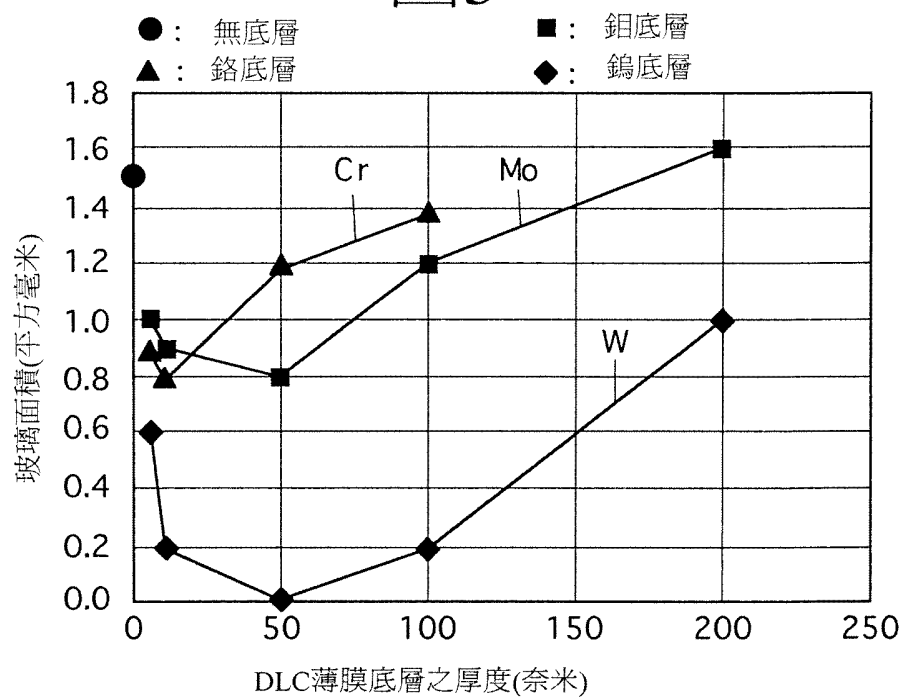
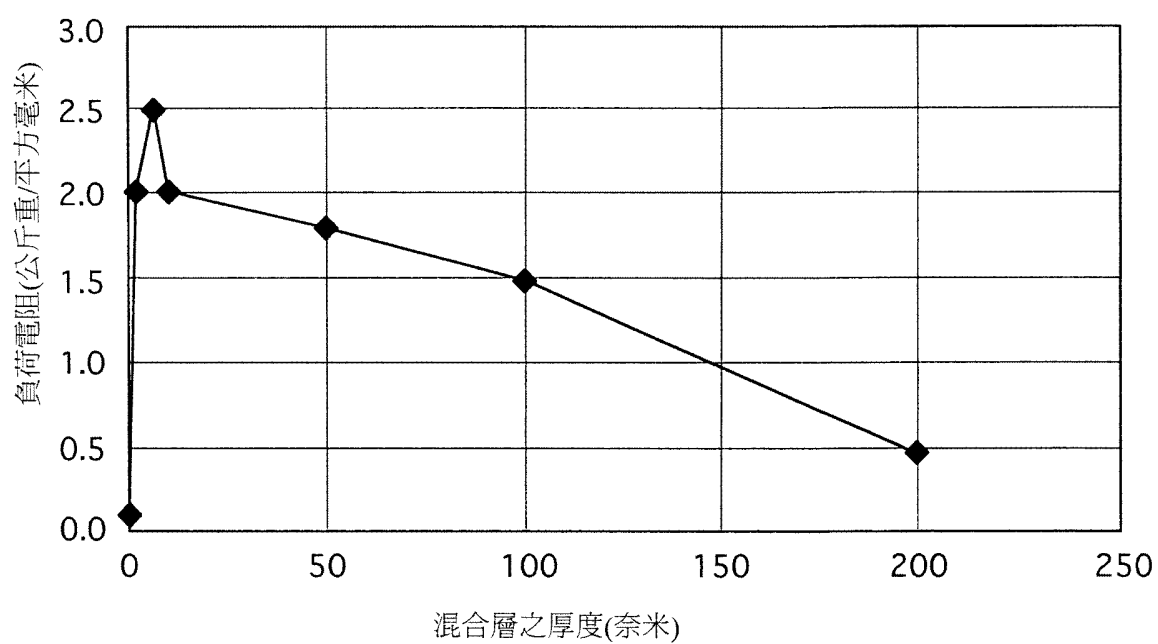


圖4



柒、(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1：碳膜塗敷物件

11：基板

12：混合層

13：鎢膜

14：碳膜(DLC薄膜)

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：