



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I443217 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：098113072

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 04 月 20 日

(51) Int. Cl. : C23C14/35 (2006.01)

(30) 優先權：2008/04/21 美國

61/046,727

(71) 申請人：哈尼威爾國際公司 (美國) HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (US)  
美國

(72) 發明人：李 伊爾 H LEE, EAL H. (US) ; 金在衍 KIM, JAEYEON (KR)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW 460601

TW I272315B

JP 2007-146294A

US 2004/0009087A1

審查人員：周志浩

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：35 共 66 頁

(54) 名稱

直流磁控管噴濺系統之設計及使用

DESIGN AND USE OF DC MAGNETRON SPUTTERING SYSTEMS

(57) 摘要

本發明揭示場增強噴濺標靶，其包括：一核心材料；以及一表面材料，其中該核心材料或該表面材料之至少一者具有一場強度設計分佈而且其中該噴濺標靶包含一實質上均一侵蝕分佈。本發明亦揭示標靶裝配系統，其包括一場增強噴濺標靶；以及一陽極屏蔽。此外，本發明亦說明在一噴濺標靶上產生一實質上均一侵蝕之方法，其包括：提供一陽極屏蔽；提供一陰極場增強標靶；以及起始一電漿點火弧，藉此該弧係定位於該陽極屏蔽與該陰極場增強標靶之間的最小電阻之點處。

Field-enhanced sputtering targets are disclosed that include: a core material; and a surface material, wherein at least one of the core material or the surface material has a field strength design profile and wherein the sputtering target comprises a substantially uniform erosion profile. Target assembly systems are also disclosed that include a field-enhanced sputtering target; and an anodic shield. Additionally, methods of producing a substantially uniform erosion on a sputtering target are described that include: providing an anodic shield; providing a cathodic field-enhanced target; and initiating a plasma ignition arc, whereby the arc is located at the point of least resistance between the anodic shield and the cathodic field-enhanced target.

- 1210 . . . 侵蝕分佈
- 1220 . . . 原始標靶表面
- 1230 . . . 場增強表面設計
- 1240 . . . 標靶

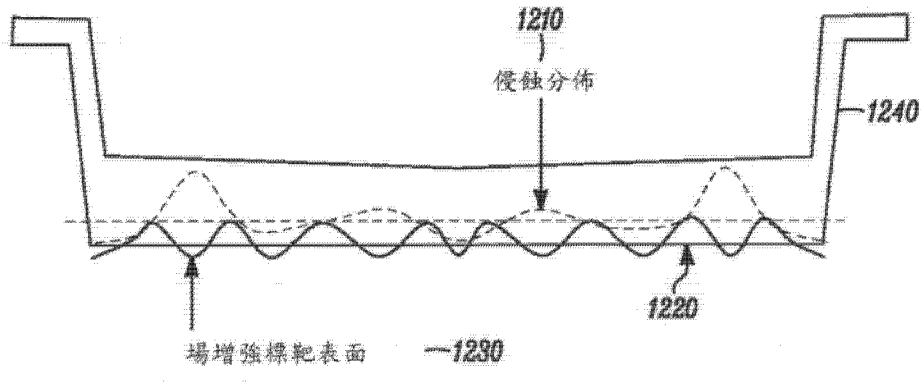


圖 12

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

標的之領域係DC磁控管噴濺系統之設計及使用，包括在此等系統中之標靶、粒子捉環以及粒子產生的減少。

此申請案係主張2008年4月21日申請之美國臨時申請案第61/046727號的優先權之一臺灣申請案，該案係共同擁有並全部以引用的方式併入本文中。該美國臨時申請案第61/046727號係與當前臺灣申請案相關之首次申請的申請案。

### 【先前技術】

電子及半導體組件係用於不斷增加數目的消費者及商用電子產品、通信產品以及資料交換產品中。此等消費者及商用產品之一些的範例係電視、電腦、行動電話、呼叫器、掌型或手持式行事曆、可攜式無線電、汽車音響或遠端控制。隨著對於此等消費者及商用電子產品之需要的增加，亦需要此等相同產品針對消費者及商業變得較小以及更可攜式。

由於此等產品中大小減小，包含該等產品之組件亦必須變得較小及/或較薄。需要在大小上縮小或按比例縮減的該等組件之一些的範例係微電子晶片互連、半導體晶片組件、電阻器、電容器、印刷電路或線路板、線路、鍵盤、觸控墊以及晶片封裝。

當電子及半導體組件在大小上縮小或按比例縮減時，存在於較大組件中的任何缺陷將在按比例縮減的組件中加以

誇大。因此，(若可能)應在針對較小電子產品按比例縮減組件前識別並校正存在或可能存在於較大組件中的缺陷。

為了識別並校正電子、半導體及通信組件中的缺陷，應分解並分析該等組件、所使用材料以及用於製成該等組件之製程。電子、半導體及通信/資料交換組件在一些情況下係由材料層(例如金屬、金屬合金、陶瓷、無機材料、聚合物或有機金屬材料)構成。該等材料層通常係較薄(在厚度上約小於幾十埃)。為了改良該等材料層的品質，應評估及(若可能)修改以及改良形成該層之程序，例如金屬或其他化合物的物理汽相沈積。

為了改良沈積一材料層之程序，必須測量、量化表面及/或材料組成物而且必須偵測缺陷或不完整性。在沈積一或多個材料層的情況下，應監控並非實際的材料層，而係該材料以及用於在一基板或其他表面上產生該材料層的該材料之表面。例如，當藉由噴濺包含金屬之一標靶將一金屬層沈積至一表面或基板上時，自該標靶偏轉或解放之原子及分子必須行進一路徑至將允許一均勻及均一沈積之該基板或其他表面。在自該標靶偏轉及/或解放後行進自然及期待路徑之原子及分子可不均勻沈積於表面或基板上，包括該表面或基板中之溝渠及孔。對於某些表面及基板，有必要重導向離開該標靶之原子及分子以便在該表面或基板上實現更均一沈積、塗層及/或膜。

在一DC磁控管噴濺系統中，沈積開始於藉由陽極屏蔽與陰極標靶之間的電弧觸發之電漿點火。粒子始終於發弧

期間加以產生而且變成引起微電子晶片製造中產量減少的缺陷之主要來源。在藉由屏蔽與標靶側壁之間間隙引導下，閃擊弧誘發粒子係以高速度像獵槍彈一樣噴射。此等粒子不僅降落在該晶圓表面上，而且其衝擊亦在該晶圓上引起嚴重的犁削及刨削，主要在該晶圓之頂部表面的外部邊緣上，從而產生額外粒子，尤其係含矽及氧粒子。一些小空浮粒子黏著於變成額外弧部位的該標靶以及周圍表面，進一步消極影響產量管理。為此目的，需要開發並利用將最大化在一表面及/或基板上之塗層、膜或沈積的均一性之一沈積裝置與噴濺腔室系統。

在該領域中工作的其他人觀察到(1)在一標靶側壁之底部邊角區域周圍的過量發弧痕以及(2)在O環之底板外側上的摩擦痕。其機械加工掉此等問題區域用以移除發弧部位(而非重導向發弧部位)而且用以防止該底板摩擦陶瓷環。此修改偶然導致粒子減少中的某一改良。然而，針對該修改設計存在一些缺點，其包括：a)設計概念並非基於發弧之物理性質，因此並未實現設計最佳化；b)斜標靶側壁作用於該等閃擊弧誘發粒子之反射平面，從而朝向該晶圓重導向一些粒子；c)由於邊緣處的較低電漿密度以及下面的導電介質，該標靶邊緣比中心更快冷卻，因此噴濺原子容易濃縮在引起節結形成之該邊緣上；d)儘管藉由機械加工該底板而引入一突出部分，但正斜率導致無效率的閃擊弧部位(即，較不靈敏、較低電位場)；以及e)正斜率以及某種程度上之淺溝渠深度的逐漸改變構成發弧與非發弧區域之

間的一較差定義分界。

在DC磁控管噴濺系統中，在較差侵蝕跑道上之絕緣層的建立以及在此層上之後續發弧一直係程序工程師及標靶製造者的重要問題。較佳侵蝕與較差侵蝕「跑道」由於磁體組態之本質而展開。在該等較差侵蝕跑道上，絕緣層隨標靶使用而緩慢建立(即，用於Al、Ta及Ti標靶之氧化物或氮化物膜)。最後，介電層上之電荷累積導致發弧及粒子產生。發弧之傾向因為介電層的建立而隨標靶使用增加。在過去，藉由嚴重的變形以及透過固溶處理沈澱自由標靶、藉由引入一傾斜邊緣以自視線最小化再沈積、藉由修改通風槽設計、在選擇性位置處安裝電漿點火部位而數次嘗試最小化發弧效應(如2005年6月13日申請的美國專利第11/150922號中揭示，其係全部以引用的方式併入本文中)。亦在過去，藉由增加侵蝕軌道上之標靶的厚度而嘗試增加一標靶壽命。然而，此類設計對於膜均一性之最佳化(普拉克西艾爾(Praxair MRC)的RE-Al標靶)產生不均勻的電漿分配及頻繁的T/S間距要求。其他壽命延長方法使用溝槽式底板以最小化渦電流之效應(如2007年1月22日申請的美國專利第11/656705號中揭示，其係全部以引用的方式併入本文中)。

儘管在工業社區中並未較佳認識到閃擊弧誘發粒子之衝擊，但實驗證據指示標靶與系統污染的一主要原因係電漿點火所必需的閃擊弧。新穎及有效的設計應經由表面幾何控制來調適該標靶表面上之電場的分佈使得在邊緣及非侵

蝕軌道周圍增強電漿，從而導致減少介電質建立、減少粒子產生、增加標靶壽命以及改良膜均一性。

在回顧習知標靶設計及Infineon以及AMAT修改後，明白應對該等標靶進行額外及更多策略修改以減少粒子。修改標靶a)應基於電位場的物理性質加以設計，因此實現設計最佳化，而且在一些情況下實現磁場；b)應具有不僅僅作用於該等閃擊弧誘發粒子之反射平面的一修改標靶側壁，其朝向該晶圓重導向一些粒子；c)應具有具有類似於中心之一冷卻圖案的一標靶邊緣，因此噴濺原子並不容易濃縮在引起節結形成之該邊緣上；d)任何修改應導致有效率的閃擊弧部位(即，較不靈敏、較低電位場)；以及e)修改應導致發弧與非發弧區域之間的一定義分界。

### 【發明內容】

揭示場增強噴濺標靶，其包括：一核心材料；以及一表面材料，其中該核心材料或該表面材料之至少一者具有一場強度設計分佈而且其中該噴濺標靶包含一實質上均一侵蝕分佈。

亦揭示標靶裝配系統，其包括一場增強噴濺標靶；以及一陽極屏蔽。

此外，說明在一噴濺標靶上產生一實質上均一侵蝕之方法，其包括：提供一陽極屏蔽；提供一陰極場增強標靶；以及起始一電漿點火弧，藉此該弧係定位於該陽極屏蔽與該陰極場增強標靶之間的最小電阻之點處。

### 【實施方式】

如上文提及，在一DC磁控管噴濺系統中，沈積開始於藉由陽極屏蔽與陰極標靶之間的電弧觸發之電漿點火。先前技術圖1顯示一習知陰極標靶100/陽極屏蔽110配置。該標靶與陽極係連接至一DC電力供應105。在包含兩個磁極115之此習知配置中，在一磁場或通量120周圍形成一稠密電漿130。亦顯示閃擊區域140。在一旋轉電動機190的幫助下將水175導向至該系統內。在此具體實施例中，將一矽晶圓150放置於一加熱氣體管170之頂部上的腔室180中。將處理氣體160添加至該腔室並藉由幫浦165將其抽出。

粒子始終於發弧期間加以產生而且變成引起微電子晶片製造中產量減少的缺陷之主要來源。在藉由屏蔽與標靶側壁之間間隙引導下，閃擊弧誘發粒子及/或電漿點火粒子係以高速度像獵槍彈一樣噴射。此等粒子不僅降落在該晶圓表面上，而且其衝擊亦在該晶圓上引起嚴重的犁削及刨削，主要在該晶圓之頂部表面的外部邊緣上，從而產生額外粒子，尤其係含矽及氧粒子。一些小空浮粒子黏著於變成額外弧部位的該標靶以及周圍表面，進一步消極影響產量管理。此外，習知標靶表面在使用期間以一非均一方式規則侵蝕，其可導致劣質沈積層。

先前研究聚焦於藉由修改該通風槽設計而最小化發弧效應，而且此方法在連同提供該標靶面之一均一侵蝕、較長標靶壽命以及更均一沈積緩和觸發更猛烈發弧之氣體紊流效應中已產生某一成功。為了管理此等缺陷，已開發最大

化一表面及/或基板上之塗層、膜或沈積的均一性之一沈積裝置以及噴濺腔室系統。更明確而言，已令人驚訝地開發將更詳細解決氣體紊流效應之一裝置以及相關方法。本文中說明的修改標靶a)基於電位場之物理性質加以設計，因此實現設計最佳化，而且在一些情況下實現磁場效應；b)具有不僅僅用作用於該等閃擊弧誘發粒子之反射平面的一修改標靶側壁，其朝向該晶圓重導向一些粒子；c)具有一具有類似於中心之一冷卻圖案的標靶邊緣，因此噴濺原子並不容易濃縮在引起節結形成之該邊緣上；d)導致有效率的閃擊弧部位(即，較不靈敏、較低電位場)；以及e)導致發弧與非發弧區域之間的一定義分界。

在一習知標靶中，主要藉由一DC磁控管噴濺系統中之磁體組態來決定一標靶之侵蝕分佈。該等磁體亦影響I-V特性、沈積速率、膜均一性以及標靶壽命。在一預期「場增強」標靶中，該標靶表面上之電場(且在一些具體實施例中為磁場)係用作一額外控制參數以改良標靶性能。對於一標靶製造者，此參數在控制該標靶性能中係一極有力工具。結果顯示可藉由調適一標靶之表面輪廓或電場以一所需方式來控制一標靶之侵蝕分佈以及膜均一性。

揭示場增強噴濺標靶，其包括：一核心材料；以及一表面材料，其中該核心材料或該表面材料之至少一者具有一場強度設計分佈而且其中該噴濺標靶包含一實質上均一侵蝕分佈。亦揭示標靶裝配系統，其包括一場增強噴濺標靶；以及一陽極屏蔽。此外，說明在一噴濺標靶上產生一

實質上均一侵蝕之方法，其包括：提供一陽極屏蔽；提供一陰極場增強標靶；以及起始一電漿點火弧，藉此該弧係定位於該陽極屏蔽與該陰極場增強標靶之間的最小電阻之點處。如本文中使用的，短語「場強度設計分佈」意指經設計以在使用期間考量場強度效應(例如電場強度效應、磁場強度效應或其一組合)的策略標靶修改。如本文中使用的，「均一侵蝕分佈」意指預期噴濺標靶基於本文中提及之策略標靶修改以一均一方式在使用期間侵蝕。

本文中揭示的標靶設計藉由調適表面幾何而增強一標靶表面上之較差侵蝕跑道(例如圖2中顯示的跑道)的電場強度，使得其增強該邊緣周圍以及較差侵蝕跑道上之噴濺效率、防止絕緣層的建立(其對於較大介電粒子係等價的)以及節結形成、延長標靶壽命而且改良膜均一性。在圖2中，顯示一侵蝕分佈210連同一實際侵蝕習知標靶220。在此標靶220上，存在侵蝕軌道230、非侵蝕或較差侵蝕軌道240以及形成在該非侵蝕邊緣軌道260上之一節結與絕緣層250。因此，例如，在TTN程序期間，較差導電氮化物膜沿較差侵蝕「跑道」或「軌道」而建立，在該等「跑道」或「軌道」上電荷會累積，從而導致增加場強度與發弧，尤其在標靶壽命的稍後階段。

圖3顯示非侵蝕「跑道」上一絕緣層建立之效應。發現粒子計數隨標靶使用而線性增加。此外，在屏蔽改變後，粒子計數繼續增加，暗示粒子的起源係標靶而非該屏蔽。如隨附映射310中顯示，發現粒子圓形分配於該等晶圓之

邊緣周圍，暗示非侵蝕跑道上絕緣層的建立以及該標靶側壁周圍可能的濃縮很可能係粒子的起因。

預期設計修改係基於以下原理：電場強度在具有一曲率及/或小曲率之區域上強於周圍平坦區域而且電漿吸力隨增加電場強度而增加。最明顯問題區域係其中電漿密度及侵蝕速率較低之一標靶的邊緣及非侵蝕跑道。在新設計中，製成該標靶邊緣以及較差侵蝕跑道以具有比鄰近區域更顯著或更小曲率，使得在此類區域上增強電場強度以及電漿密度，從而導致減少粒子產生、延長標靶壽命以及改良膜均一性。

圖4至7顯示其中已依據所述原理修改原始標靶(分別為410、510、610及710)設計以產生一修改標靶(分別為420、520、620、720)的數個預期設計。新穎設計之一些預期利益包括：a)更尖銳(但為錐形)、凹入(1至2 mm)以及凸起尖端(分別為430、530、630及730)，其包括一更尖銳、更顯著尖端，藉此一較高電場吸引更多電漿(更多噴濺)而且因此防止節結濃縮、自該屏蔽之一凹入位置更寬間距在此處防止閃擊弧；b)儘可能多地允許一凹入側壁溝槽(分別為440、540、640及740)，其中一凹入溝槽減緩冷卻(較少濃縮)、截獲弧誘發粒子而且保持濃縮節結(可能藉由氮化物B爆炸)，並且一凹入溝槽在此處防止發弧且因此減少濃縮粒子的中止機率；以及c)一溝槽式底板或「BP」凸緣(分別為550、650及655)，其中一凹入凸緣表面強迫閃擊弧出現於類似於閃擊環標靶概念之非視線區域中。該設計係基於以

下概念：電場強度在一幾何凸出部上比在該鄰近平坦區域上大。

在預期具體實施例中，併入以上說明的利益之該場強度設計分佈包含至少一個曲率特徵。在一些具體實施例中，預期標靶包含在該標靶邊緣上的至少一個曲率特徵。如遍及此文件所提及，習知標靶包含使用期間呈現自身之至少一個高侵蝕區域。在預期具體實施例中，在初始使用該噴濺標靶前將至少一個曲率特徵施加於該至少一個高侵蝕區域。在一些預期具體實施例中，該至少一個曲率特徵包含基於使用期間展開的一預期及已知侵蝕分佈的策略標靶表面修改。在一些預期具體實施例中，修改標靶將包含比標準或習知標靶少的核心及表面材料。在一些預期具體實施例中，修改標靶包含比標準或習知標靶少至少約5%的核心及表面材料。在其他預期具體實施例中，修改標靶包含比標準或習知標靶少至少約10%的核心及表面材料。在其他預期具體實施例中，修改標靶包含比標準或習知標靶少至少約15%的核心及表面材料。

為明白此等預期設計修改及其成功後的理論，吾人應回顧針對半球與圓兩者之電場的計算。半球810之電荷830係平面820之電荷840的兩倍((電場(半球)/電場(圓))=((1/2(4 $\pi$ r<sup>2</sup>))/ $\pi$ r<sup>2</sup>)=2)，其中「r」係半徑。因此，若該平面的電位係400V，則該半球之電位將係約800V。圖形上，此概念係顯示於圖8中。

圖9顯示一典型標靶910之一侵蝕分佈920。圖10顯示一

場增強鈦標靶1000之一期望侵蝕分佈1020，其中將侵蝕與低侵蝕峰值兩者保持至原始表面之相同位準。將侵蝕峰值維持至原始表面位準1010以保持最大材料可用於噴濺，如藉由該場增強標靶表面1030顯示。亦將低侵蝕峰值放置至原始表面之相同位準以增加電場，藉此增強電漿吸力及噴濺。

圖11顯示一習知鋁標靶1100與一場增強鋁標靶1140之一比較，其中與該場增強標靶表面1130比較於該場增強標靶1140上顯示該習知標靶1100之侵蝕分佈1110。將該峰值表面高度保持於與該原始標靶表面1120相同位準處或若需要延長標靶壽命則可加以增強。

圖12顯示相同標靶1240之另一場增強表面設計1230，其中基於參考而顯示該侵蝕分佈1210以及原始標靶表面1220。圖13顯示侵蝕分佈對35 $\mu\text{m}$ 粒狀鋁標靶之標靶壽命。在最快侵蝕溝槽中，侵蝕速率最初隨增加曲率而增加，但當再沈積效應在陡溝槽中變得較大時減緩下來。隨著增加峰與谷兩者之曲率(標靶壽命)，侵蝕速率之增強係明顯的。在預期設計中，該標靶表面上之電場係用作一額外控制參數以改良電漿分配以及侵蝕分佈。在「場增強」標靶中，於快速及較差侵蝕區域處實施第一峰值以在該等快速侵蝕區域上具有更多材料而且以增強在該等較差侵蝕區域上之電場。

閃擊弧係用於電漿點火之一必要步驟，但遺憾地其始終產生較大粒子，其可降落在線圈之頂部以及一晶圓之邊

緣周圍而且可變成發弧及成核部位。在一預期具體實施例中，將一捉環安裝於該粒子拋射路徑中，該捉環將攔截自弧起點噴射之粒子。在此具體實施例中，一DC磁控管噴濺系統包含一陽極屏蔽；一陰極標靶，其包含至少一個側壁；一電漿點火弧；以及一捉環，其係耦合至該屏蔽並定位於其周圍。圖14顯示來自先前技術圖1之習知系統，其中將一粒子捉環耦合至該陽極屏蔽並定位於其周圍。圖14中之修改系統顯示一陰極標靶1400/陽極屏蔽1410配置。該標靶與陽極係連接至一DC電力供應(未顯示)。在此修改配置中，將一捉環或線圈1445以及一閃擊弧區域1447耦合至陽極1410並定位於其周圍以便幫助控制不定粒子1460以及額外沈積建立1465。如在習知系統中，在一旋轉電動機的幫助下將水導向至該系統內。在此具體實施例中，將一矽晶圓1450放置於一加熱氣體管(未顯示)之頂部上的腔室1480中。將處理氣體添加至該腔室並藉由幫浦將其抽出。

圖15A至15D顯示具有一TiN標靶的閃擊弧誘發粒子之衝擊。SEM影像顯示閃擊弧誘發缺陷係相當大量以及猛烈的而且引起對該晶圓之嚴重損害。儘管將大部分缺陷限制於該晶圓邊緣之幾個mm內，但高速衝擊通常產生污染該標靶之長飛行軌跡粒子。

圖16A顯示經由在一晶圓1600上不可避免產生粒子1610之發弧起始的一電漿之結果。將該等閃擊弧誘發粒子1610大部分限制於該晶圓周邊1620之幾個mm內，因為藉由該陽極屏蔽與該陰極標靶側壁之間的近似1 mm間隙來引導該

粒子噴射拋射。此等粒子1610變成污染該標靶之後續發弧部位並在該等晶圓中引起缺陷。在此已知粒子噴射拋射路徑之辨識中，粒子可在到達該晶圓前藉由將該屏蔽周圍之一捉環放置於該粒子拋射路徑中而加以捕捉。將一粒子捉環耦合至該標靶下之該陽極屏蔽並放置於其周圍。藉由需要阻隔該等噴射粒子但並不干擾噴濺原子而決定該環之位置及放置。設計一捉環之寬度以允許與該標靶之邊緣的投影重疊約1至3 mm。當降低該環遠離該標靶時，可增加該環之寬度。典型環寬度在該標靶下之約2 cm處可係約1 cm。此一配置亦延長陽極場，因此可增加該標靶之邊緣附近的電漿密度，從而導致減少該標靶之邊緣周圍的節結形成，尤其在氮化(例如Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>及TiN)程序中。圖16B顯示如何藉由併入一捉環系統來捕捉該晶圓邊緣1620附近的閃擊弧誘發粒子1610。此圖式中該晶圓1600上顯示的粒子大部分來自已到達一維護循環之一剝落屏蔽。若該腔室已係清除的，則將存在更少的粒子。

在另一具體實施例中，定位該初始弧以便將該等粒子導向至將最小化其對該晶圓上之微電子器件的損害之區域。此等具體實施例係類似於2005年6月13日申請的美國專利申請案第11/150,900號中發現的具體實施例，該案係由霍尼韋爾國際公司所共同擁有而且其係全部以引用的方式併入本文中，其中一DC磁控管噴濺系統包含一陽極屏蔽；一陰極標靶，其包含至少一個凹部、空腔或其一組合以及至少一個凸出部；以及一電漿點火弧，藉此該弧係定位於

該陽極屏蔽與至少一個凹部、空腔或其一組合、至少一個凸出部或其一組合之間的最小電阻的點處。發弧部位的重定位阻止該等弧誘發粒子拋射到達一晶圓之表面或該噴濺系統中之該標靶表面。可修改並加深溝渠凹部使得閃擊弧誘發粒子拋射並未在晶圓之視線中。

在其中該陰極標靶包含至少一個凹部、空腔或其組合以及至少一個凸出部之此等具體實施例中，藉由將該初始弧部位定位於該凹部或空腔內側或藉由定位其中已形成凸出部之該初始弧部位而將弧誘發粒子拋射導向遠離該晶圓表面。在一些具體實施例中，亦可將凸出部定位或形成於該陽極屏蔽上以便與具有一通風槽之陰極標靶上或中的一凸出部或形成相對應。在此等DC磁控管噴濺系統中，該系統包含一陽極屏蔽，其包含至少一個凸出部；一陰極標靶，其包含至少一個凹部、空腔或其一組合；以及一電漿點火弧，藉此該弧係定位於耦合至該陽極屏蔽的至少一個凸出部與至少一個凸出部、凹部或空腔之間的最小電阻的點處。實驗已顯示該電漿點火弧將出現在最小電阻的點處，通常係該陰極(標靶)與陽極(腔室屏蔽)表面之間的最近距離。此概念係類似於一火花塞，因為其使用一電凸出部或接針作為最高電位場之一點以在一特定位置中開始該電漿弧。藉由將該弧定位於一凹部、空腔或其組合中，可將該等噴射拋射導向遠離該晶圓表面。在一些情況下，例如一標準鋁標靶，可將一簡單接針較高地定位於該標靶側壁之側上使得透過減少視線之一極窄路徑導向拋射至該晶

圓。

或者，可在該標靶中製成一凹部而且可將對應接針(凸出部)定位於該標靶及屏蔽上，以再次減小至該晶圓的拋射視線行進。可製成在屏蔽粒子之一外殼中使用標靶供應電壓之一點火外殼，而且可將該點火外殼放置於腔室中。另一方法係使用該標靶供應(或外部電壓)以在建入該標靶內的一凹部中點火一弧，該標靶將以一所需路徑導向弧拋射遠離該晶圓或標靶表面。

在本文中說明的預期具體實施例中，該等弧誘發粒子拋射可在當與一習知系統相比較時顯著減少，其中陰極標靶及/或陽極屏蔽並未藉由包括一捉環系統或一凸出部、凹部、空腔或其組合而加以修改。可將習知系統(例如先前技術圖1中顯示的習知系統)考量為「參考」或「控制」，意指習知系統中產生的弧誘發粒子拋射之數目應為零點，藉由該零點測量所有其他修改系統。在本文中預期並說明的系統中，將弧誘發粒子拋射之數目減少至少約10%。在一些系統中，將弧誘發粒子拋射之數目減少至少約25%。在其他預期並說明的系統中，將弧誘發粒子拋射之數目減少至少約50%。

圖17顯示用於粒子減少之一火花環標靶設計1710概念：顯示習知設計1700與新的設計1710兩者。該設計概念係基於發弧之物理性質，其中該等預期發弧部位1720與1725分別係窄間隙以及具有明顯粗糙性之部位。在新的設計中，遠離該標靶側壁放置一火花環1730而且在溝槽式側壁1750

中以及該屏蔽1740之頂部上捕捉該等弧誘發粒子。

亦提供藉此緩和氣體紊流效應之方法，此類方法包括提供一陽極屏蔽；提供一陰極標靶，其包含至少一個凹部、空腔或其一組合以及至少一個凸出部；以及起始一電漿點火弧，藉此該弧係定位於該陽極屏蔽與至少一個凹部、空腔或其一組合、至少一個凸出部或其一組合之間的最小電阻的點處。額外方法包括提供一陽極屏蔽；提供一陰極標靶，其包含至少一個側壁；提供耦合至該屏蔽並在其周圍之一捉環；以及起始一電漿點火弧。亦提供藉此緩和氣體紊流效應之方法，此類方法包括提供一陽極屏蔽，其包含至少一凸出部；提供一陰極標靶，其包含至少一個凹部、空腔或其一組合；以及起始一電漿點火弧，藉此該弧係定位於耦合至該陽極屏蔽的至少一個凸出部與至少一個凸出部、凹部或空腔之間的最小電阻的點處。

可將其他裝置(例如線圈組)添加至本文中說明的DC磁控管噴濺系統。預期線圈組可包括2005年3月22日申請的美國申請案第11/086022號中說明的線圈組，該案係共同擁有並全部以引用的方式併入本文中。

本文中預期的噴濺標靶亦包含一表面材料以及一核心材料，其中該表面材料係耦合至該核心材料。該表面材料係在任一可測量時間點曝露至能量來源的該標靶之此部分而且亦係意欲產生需要作為一表面塗層的原子之總標靶材料的該部分。如本文中使用的術語「耦合」意指物質或成分之兩個部分的一實體附接(黏著劑、附接介面材料)或物質

或成分之兩個部分之間的一物理及/或化學引力，包括例如共價及離子結合之結合力以及例如凡得瓦爾 (Van der Waals)、靜電、庫倫、氫結合及/或磁引力之非結合力。該表面材料及核心材料一般可包含相同元素組成或化學組合物/成分或可改變或修改該表面材料之元素組成及化學組合物以不同於該核心材料的元素組成及化學組合物。在大多數具體實施例中，該表面材料及核心材料包含相同元素組成及化學組合物。然而，在其中偵測該標靶之使用壽命何時已結束可係重要或其中沈積一混合材料層係重要的具體實施例中，可調適該表面材料及核心材料以包含一不同的元素組成或化學組合物。

設計該核心材料用以為該表面材料提供支撐以及用以在一噴濺程序中可能提供額外原子或關於一標靶之使用壽命何時已結束之資訊。例如，在其中該核心材料包含不同於該原始表面材料之材料之一材料而且一品質控制器件偵測核心材料原子存在於該標靶與晶圓之間的空間中的情形中，可能需要移除並再加工或完全廢除該標靶因為藉由將不需要的材料沈積於現有表面/晶圓層上可包含金屬塗層之化學完整性及元素純度。該核心材料亦係並未包含大尺度修改或微凹坑(例如PCT申請案第PCT/US02/06146號以及美國申請案第10/672690號中揭示的大尺度修改或微凹坑，該兩案係由霍尼韋爾國際公司所共同擁有而且係全部以引用的方式併入本文中)的一噴濺標靶之該部分。換言之，該核心材料在結構及形狀上一般係均一的。

該表面材料係在任一可測量時間點曝露至該能量來源的該標靶之此部分而且亦係意欲產生作為一表面塗層所需要的原子及/或分子之總標靶材料的此部分。預期表面材料組成該標靶之材料的該核心材料之一部分。

噴濺標靶、捉環及/或其他相關粒子產生裝置一般可包含任何材料，其可 a) 可靠地形成於一噴濺標靶、捉環及/或其他相關粒子產生裝置內； b) 當藉由一能量來源轟擊時自該標靶(以及有時線圈)噴濺；以及 c) 適用於在一晶圓或表面上形成一最終或前驅層。應瞭解，儘管該捉環包含考量為相同於或類似於經噴濺之該等材料的材料，但該捉環可以或不噴濺原子。線圈噴濺主要取決於相對於該電漿及晶圓之線圈偏壓。預期製成適當噴濺標靶、捉環及/或其他相關粒子產生裝置之材料係金屬、金屬合金、導電聚合物、導電複合材料、導電單體、介電材料、硬罩材料以及任何其他適當噴濺材料。如本文中使用的術語「金屬」意指係在元素週期表的d區塊與f區塊中的該等元素與具有類金屬性質之該等元素(例如矽及鍺)。如本文中使用的短語「d區塊」意指具有填充圍繞該元素之核子的3d、4d、5d及6d軌域的電子之該等元素。如本文中使用的短語「f區塊」意指具有填充圍繞該元素之核子的4f及5f軌域的電子之該等元素，包括鏷系元素及錒系元素。較佳金屬包括鈦、矽、鈷、銅、鎳、鐵、鋅、鈇、鈳、鋳、鋁及以鋁為主的材料、鈹、鈮、錫、鉻、鈹、鈾、金、銀、鎢、鈾、鈾、鈾、鈾或其一組合。更佳金屬包括銅、鋁、鈳、鎢、

鈦、鈷、鈹、鎂、鋰、矽、錳、鐵或其一組合。最佳金屬包括銅、鋁及以鋁為主的材料、鎢、鈦、鋳、鈷、鈦、鈹、鈳或其一組合。預期及較佳材料之範例包括用於超細粒狀鋁與銅噴濺標靶之鋁與銅；用於200 mm及300 mm噴濺標靶與其他mm大小標靶中之鋁、銅、鈷、鈹、鋳及鈦；以及用於將一較薄、高保形「種子」層鋁沈積至表面層上的鋁噴濺標靶中之鋁。應瞭解，短語「及其組合」係本文中用於意指可在一些噴濺標靶中存在金屬雜質(例如具有鉻及鋁雜質之一銅噴濺標靶)或可存在金屬與組成該噴濺標靶之其他材料的一有意組合(例如包含合金、硼化物、碳化物、氟化物、氮化物、矽化物、氧化物及其他物質之該等標靶)。本文中預期之材料亦包含2005年4月21日申請之名稱為「新穎鈦合金，其於汽相沈積或原子層沈積以及自其產生的膜中之使用」的共同擁有之PCT申請案第PCT/US05/13663號中說明的該等材料，而且該案係全部以引用的方式併入本文中。

術語「金屬」亦包括合金、金屬/金屬複合物、金屬陶瓷複合物、金屬聚合物複合物以及其他金屬複合物。本文中預期之合金包含金、銻、砷、硼、銅、鋳、鎳、鈳、鈹、磷、矽、鈷、鈳、鐵、鈳、鈦、鈳、鋳、鎢、銀、鉑、鈹、錫、鋅、鋰、錳、銻及/或銻。特定合金包括金銻、金砷、金硼、金銅、金鋳、金鎳、金鎳鈳、金鈹、金磷、金矽、金銀鉑、金鈹、金錫、金鋅、鈹鋰、鈹錳、鈹鎳、鉑鈹、鈹銻、鉑銻、銀砷、銀銅、銀鎳、銀金、銀

鈮、銀鈦、鈦鈳、鋁銅、鋁矽、鋁矽銅、鋁鈦、鉻銅、鉻錳鈮、鉻錳鉑、鉻鉬、鉻鈦、鈷鉑、鈷鈳鈮、鈷鈳銻、鈷鈳鈹、銅鎳、鐵鋁、鐵銻、鐵鈹、氧化鉻矽、鉻鈦、鈷鉻、鈷鉻鎳、鈷鉻鉑、鈷鉻鈹、鈷鉻鈹鉑、鈷鐵、鈷鐵硼、鈷鐵鉻、鈷鐵鈳、鈷鎳、鈷鎳鉻、鈷鎳鐵、鈷鎳鈰、鈷鈮鈰、鈷鈮鐵、鈷鈮鈦、鐵鈹鉻、錳鈦、錳鈮鉑、錳鉑、錳鈦、鎳鉻、鎳鉻矽、鎳鈷鐵、鎳鐵、鎳鐵鉻、鎳鐵銻、鎳鐵鈳、鎳錳、鎳鈦、鎢鈦及/或其組合。

至於本文中預期用於噴濺標靶、捉環及/或其他相關粒子產生裝置之其他材料，以下組合係預期噴濺標靶、線圈及/或支柱之考量範例(儘管該列表並不詳盡)：硼化鉻、硼化釧、硼化鉬、硼化鈮、硼化鈹、硼化鈦、硼化鎢、硼化鈦、硼化鈳、碳化硼、碳化鉻、碳化鉬、碳化鈮、碳化矽、碳化鈹、碳化鈦、碳化鎢、碳化鈦、碳化鈳、氟化鋁、氟化鉬、氟化鈣、氟化鈷、冰晶石、氟化鋰、氟化鎂、氟化鉀、稀土氟化物、氟化鈉、氮化鋁、氮化硼、氮化鈮、氮化矽、氮化鈹、氮化鈦、氮化鈦、氮化鈳、矽化鉻、矽化鉬、矽化鈮、矽化鈹、矽化鈦、矽化鎢、矽化鈦、矽化鈳、氧化鋁、氧化鈷、氧化鉬、鈦酸鉬、氧化鈹、鈦酸鈹、鈦酸鉬、氧化鉻、氧化銅、氧化鈰、氧化鎂、氧化鉬、五氧化二鈮、稀土氧化物、二氧化矽、一氧化矽、氧化鈳、鈦酸鈳、五氧化二鈹、氧化錫、氧化鈷、氧化鈷錫、鋁酸釧、氧化釧、鈦酸鉛、鈳酸鉛、鈳鈦酸鉛、鋁酸鈦、鈮酸鋰、氧化鈦、氧化鎢、氧化鈮、氧化



6048804、US 6090448、US 6126733、US 6140254、US 6204202、US 6208014及申請中之申請案09/046474、09/046473、09/111084、09/360131、09/378705、09/234609、09/379866、09/141287、09/379484、09/392413、09/549659、09/488075、09/566287及09/214219(所有此等案係全部以引用的方式併入本文中)中揭示的該等化合物以及(e)霍尼韋爾HOSP®有機矽氧烷。

該晶圓或基板可包含任何需要的實質上固體材料。特別需要的基板包含玻璃、陶瓷、塑膠、金屬或塗布金屬或複合材料。在較佳具體實施例中，該基板包含一矽化矽或矽化鍍晶粒或晶圓表面、例如在銅、銀、鎳或金電鍍引線框中發現的一封裝表面、例如在一電路板或封裝互連跡線中發現的一銅表面、一通道壁或加強物介面(「銅」包括裸銅及其氧化物之考量)、例如在一以聚醯亞胺為主的撓性封裝中發現的一以聚合物為主的封裝或板介面、鉛或其他金屬合金焊球表面、玻璃以及例如聚醯亞胺之聚合物。在更佳具體實施例中，該基板包含在封裝與電路板工業中的一共同材料，例如矽、銅、玻璃或一聚合物。

若需要該材料為奈米多孔而非連續的則該基板層亦可包含複數個空隙。空隙通常為球形，但可替代或另外具有任何適當形狀，包括管狀、片狀、圓盤狀或其他形狀。亦預期空隙可具有任何適當直徑。進一步預期該等空隙之至少一些可與鄰近空隙連接以建立具有顯著數量的連接或「開放」孔隙率之一結構。該等空隙較佳具有小於1微米之一

平均直徑，且更佳具有小於100奈米之一平均直徑，而且又更佳具有小於10奈米之一平均直徑。進一步預期可將該等空隙均一地或隨機地分散於該基板層內。在一較佳具體實施例中，將該等空隙均一地分散於該基板層內。

預期所提供的表面係任何適當表面，如本文中說明，包括一晶圓、基板、介電材料、硬罩層、其他金屬、金屬合金或金屬複合層、抗反射層或任何其他適當層狀材料。在該表面上產生的塗層、層或膜亦可係任何適當或需要厚度：範圍自一個原子或分子厚(小於1奈米)至數毫米厚。

可將自本文中說明的噴濺系統生產的晶圓及層狀材料(堆疊)併入至生產、建立或另外修改電子、半導體及通信/資料傳送組件之任何程序或生產設計中。一般認為如本文中預期的電子、半導體及通信組件包含可在一以電子為主的、以半導體為主的或以通信為主的產品中加以利用之任何層狀組件。預期組件包含微晶片、電路板、晶片封裝、隔膜、電路板之介電組件、印刷線路板、觸控墊、波導、光纖及光子傳輸以及聲波傳輸組件、使用或併入一雙鑲嵌程序製成的任何材料、以及電路板之其他組件(例如電容器、電感器及電阻器)。

以電子為主的、以半導體為主的及以通信為主的/以資料傳送為主的產品可以其準備用於工業中或由其他消費者使用的意義加以「完成」。完成的消費者產品之範例係一電視、一電腦、一行動電話、一呼叫器、一掌型行事曆、一可攜式無線電、一汽車音響以及一遠端控制。而且預期

「中間」產品，例如電路板、晶片封裝以及潛在地用於成品中之鍵盤。

電子、半導體及通信/資料傳送產品亦可包含在自概念模式至最終放大模型的開發之任何階段的一原型組件。一原型可以或可以不含有意欲在一成品中之所有實際組件，而且一原型可具有用複合材料構造以便在經最初測試時取消其對其他組件之初始效應的一些組件。

#### 範例：習知與場增強標靶的比較

圖 18 顯示一 800 kWh 前的標準標靶 1800 及 800 kWh 後的標準標靶 1810 的一典型侵蝕分佈 1820。藉由該標靶後的磁體之組態來指定該標準標靶之侵蝕分佈。在圖 19 中顯示係經設計以最佳化膜均一性之一標準磁體 1910。然而，此等固定磁體在控制電漿分配中具有有限能力。

作為一對比，圖 20 顯示一新的習知或標準標靶 2000 以及一新的場增強標靶 2010 之設計。該場增強標靶不僅較佳用於此等類型之應用中(如將藉由資料顯示)，而且其在一些具體實施例中亦使用比該標準標靶少約 15% 的材料(如藉由以克計之重量顯示)。圖 21 顯示一習知或標準標靶 2100 以及一 800 kWh 後的場增強標靶 2110 之表面輪廓/侵蝕分佈。該標準標靶顯示其中磁場較強之優先侵蝕，而該場增強標靶顯示均一侵蝕，因為磁場與電場強度兩者控制該侵蝕。

圖 22A 與 22B 顯示 I-V 變化對一標準標靶及一場增強標靶之標靶壽命。圖 22A 中顯示的針對一標準標靶之結果顯示當標靶侵蝕時 I-V 曲線中之一增加偏移。該標靶的表面區

域隨侵蝕溝槽展開而增加。該增加區域(電流路徑)允許導致減少操作電壓之較高電流流量。圖 22B 中顯示的針對一場增強標靶之結果隨標靶侵蝕遞送幾乎無變化的 I-V 性能。該總操作電壓稍微高於該標準標靶之總操作電壓，因為藉由預開槽而增強場強度，其增加操作電壓。預開槽使得該標靶表面區域隨標靶侵蝕緩慢改變，導致幾乎無變化的 I-V 特性。

圖 23A 與 23B 顯示沈積速率對用於一標準標靶及一場增強標靶的各種標靶壽命處之功率。該標準標靶顯示沈積速率隨標靶侵蝕之減小趨勢，主要因為在加深侵蝕溝槽中增加再沈積之小部分。該場增強標靶顯示沈積速率隨標靶侵蝕中的極小改變。可能該場增強標靶不需要隨標靶侵蝕進行功率或時間補償。

圖 24A 與 24B 顯示侵蝕分佈對一標準標靶及一於 800 kWh 下之場增強標靶兩者的壽命。該場增強標靶顯示比該標準標靶多 33% 的材料留在峰值侵蝕區域處。圖 25 顯示標準與場增強標靶於 800 kWh 下的侵蝕分佈之一比較。該場增強標靶顯示比該標準標靶在 800 kWh 後少 2.9 mm (31%) 的侵蝕。圖 26 顯示標準與場增強標靶於 800 kWh 下的侵蝕厚度之一比較。該場增強標靶比該標準標靶更均一地侵蝕並因此延長該標靶壽命。該場增強標靶可控制侵蝕分佈與膜均一性兩者。圖 27 顯示一場增強鋁標靶於 400 kWh 及 800 kWh 下之侵蝕厚度。該圖表中之圓區域顯示用於在該標靶之邊緣區域附近侵蝕之明確證據，暗示可藉由在邊緣區域

增強電場強度而抑制節結形成。表1顯示800 kWh後的材料分配。標準與場增強標靶兩者在材料使用上顯示類似效率，但該場增強標靶因為均一侵蝕而在厚度上沈積6%多的材料並留下30%多的材料，從而導致延長標靶壽命。基於此資料，可實現1000 kWh與1200 kWh而不增加總標靶厚度以最佳化套組改變週期。

表 1

標靶類型	標靶Wt損耗	屏蔽Wt增益	夾環Wt增益	晶圓Wt增益	標靶使用效率
場增強	1078.4	306.9	431.8	339.7	31.5%
標準	993.7	253.6	420.9	319.2	32.1%

基於實驗資料，已顯示 a) 該等場增強標靶隨標靶壽命在 I-V 曲線及沈積速率上顯示較少變化， b) 沈積參數之再校準(例如功率或時間補償)可隨標靶壽命而不需要， c) 可經由標靶表面輪廓來控制標靶表面之電場及因此侵蝕分佈而無需修改該系統組態， d) 藉由現有系統磁體及該標靶表面處的電場強度(後者係藉由標靶製造者來控制)來決定該侵蝕分佈，以及 e) 可經由標靶表面輪廓來控制膜均一性。

因此，已揭示 DC 磁控管噴濺系統之設計及使用的特定具體實施例及應用。然而，熟習此項技術者應明白除已說明的修改外更多修改係可以的而不背離本文中之發明概念。因此，發明標的除在本文中揭示的說明書之精神中外並未受到約束。此外，在解譯說明書中，應以與背景一致的最寬闊可能方式來解譯所有術語。特定言之，應將術語

「包含」解譯為以非專屬方式指元件、組件或步驟，指示該等參考元件、組件或步驟可存在、加以利用或與未明確參考的其他元件、組件或步驟組合。

### 【圖式簡單說明】

先前技術圖 1 顯示一習知陰極標靶 100/陽極屏蔽 110 配置。

在圖 2 中，顯示一侵蝕分佈 210 連同一實際侵蝕習知標靶 220。

圖 3 顯示在非侵蝕「跑道」上一絕緣層建立之效應。

圖 4 顯示與一預期標靶設計相比較之一習知標靶設計。

圖 5 顯示與一預期標靶設計相比較之一習知標靶設計。

圖 6 顯示與一預期標靶設計相比較之一習知標靶設計。

圖 7 顯示與一預期標靶設計相比較之一習知標靶設計。

圖 8 顯示半球與圓兩者之電場概念。

圖 9 顯示一典型標靶 910 之一侵蝕分佈 920。

圖 10 顯示一場增強鈦標靶 1000 之一期望侵蝕分佈 1020，其中將侵蝕與低侵蝕峰值兩者保持至原始表面之相同位準。

圖 11 顯示一習知鋁標靶 1100 與一場增強鋁標靶 1140 之一比較，其中與該場增強標靶表面 1130 比較於該場增強標靶 1140 上顯示該習知標靶 1100 之侵蝕分佈 1110。

圖 12 顯示相同標靶 1240 之另一場增強表面設計 1230，其中基於參考而顯示該侵蝕分佈 1210。

圖 13 顯示侵蝕分佈對 35 $\mu$ m 粒狀鋁標靶之標靶壽命。

圖 14 顯示來自先前技術圖 1 之習知系統，其中將一粒子捉環耦合至該陽極屏蔽並定位於其周圍。

圖 15A 至 15D 顯示具有一 TiN 標靶的閃擊弧誘發粒子之衝擊。

圖 16A 顯示經由在一晶圓 1600 上不可避免產生粒子 1610 之發弧起始的一電漿之結果。

圖 16B 顯示如何藉由併入一捉環系統來捕捉該晶圓邊緣 1620 附近的閃擊弧誘發粒子 1610。

圖 17 顯示用於粒子減少之一火花環標靶設計 1710 概念：顯示習知設計 1700 及一預期設計 1710 兩者。

圖 18 顯示一 800 kWh 前的標準標靶 1800 及 800 kWh 後的標準標靶 1810 的一典型侵蝕分佈 1820。

在圖 19 中顯示經設計以最佳化膜均一性之一標準磁體 1910。

作為一對比，圖 20 顯示一新的習知或標準標靶 2000 以及一新的場增強標靶 2010 之設計。

圖 21 顯示一習知或標準標靶 2100 以及一 800 kWh 後的場增強標靶 2110 之表面輪廓/侵蝕分佈。

圖 22A 與 22B 顯示 I-V 變化對一標準標靶及一場增強標靶之標靶壽命。

圖 23A 與 23B 顯示沈積速率對用於一標準標靶及一場增強標靶的各種標靶壽命下之功率。

圖 24A 與 24B 顯示侵蝕分佈對一標準標靶及一於 800 kWh 下之場增強標靶兩者的壽命。

圖 25 顯示標準及場增強標靶於 800 kWh 下的侵蝕分佈之一比較。

圖 26 顯示標準及場增強標靶於 800 kWh 下的侵蝕厚度之一比較。

圖 27 顯示一場增強鋁標靶於 400 kWh 及 800 kWh 下之侵蝕厚度。

圖 28 顯示 800 kWh 後的材料分配。

### 【主要元件符號說明】

100	陰極標靶
105	DC 電力供應
110	陽極屏蔽
115	磁極
120	磁場或通量
130	稠密電漿
140	閃擊區域
150	矽晶圓
160	處理氣體
165	幫浦
170	加熱氣體管
175	水
180	腔室
190	旋轉電動機
210	侵蝕分佈
220	習知標靶

230	侵蝕軌道
240	非侵蝕或較差侵蝕軌道
250	絕緣層
260	非侵蝕邊緣軌道
310	映射
410	原始標靶
420	修改標靶
430	凸起尖端
440	凹入側壁溝槽
510	原始標靶
520	修改標靶
530	凸起尖端
540	凹入側壁溝槽
550	凸緣
610	原始標靶
620	修改標靶
630	凸起尖端
640	凹入側壁溝槽
650	凸緣
655	凸緣
710	原始標靶
720	修改標靶
730	凸起尖端
740	凹入側壁溝槽

810	半球
820	平面
830	電荷
840	電荷
910	典型標靶
920	侵蝕分佈
1000	場增強鈦標靶
1010	表面位準
1020	侵蝕分佈
1030	場增強標靶表面
1100	習知鋁標靶
1110	侵蝕分佈
1120	原始標靶表面
1130	場增強標靶表面
1140	場增強鋁標靶
1210	侵蝕分佈
1220	原始標靶表面
1230	場增強表面設計
1240	標靶
1400	陰極標靶
1410	陽極屏蔽/陽極
1445	捉環或線圈
1447	閃擊弧區域
1450	矽晶圓

1460	不定粒子
1465	沈積建立
1480	腔室
1600	晶圓
1610	粒子
1620	晶圓周邊/晶圓邊緣
1700	習知設計
1710	火花環標靶設計
1720	預期發弧部位
1725	預期發弧部位
1730	火花環
1740	屏蔽
1750	溝槽式側壁
1800	800 kWh前的標準標靶
1810	800 kWh後的標準標靶
1820	侵蝕分佈
1910	標準磁體
2000	習知或標準標靶
2010	場增強標靶
2100	習知或標準標靶
2110	800 kWh後的場增強標靶

# 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：98113072

※ 申請日：98.4.20

※ IPC 分類：C23C 14/35 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

直流磁控管噴濺系統之設計及使用

DESIGN AND USE OF DC MAGNETRON SPUTTERING SYSTEMS

## 二、中文發明摘要：

本發明揭示場增強噴濺標靶，其包括：一核心材料；以及一表面材料，其中該核心材料或該表面材料之至少一者具有一場強度設計分佈而且其中該噴濺標靶包含一實質上均一侵蝕分佈。本發明亦揭示標靶裝配系統，其包括一場增強噴濺標靶；以及一陽極屏蔽。此外，本發明亦說明在一噴濺標靶上產生一實質上均一侵蝕之方法，其包括：提供一陽極屏蔽；提供一陰極場增強標靶；以及起始一電漿點火弧，藉此該弧係定位於該陽極屏蔽與該陰極場增強標靶之間的最小電阻之點處。

## 三、英文發明摘要：

Field-enhanced sputtering targets are disclosed that include: a core material; and a surface material, wherein at least one of the core material or the surface material has a field strength design profile and wherein the sputtering target comprises a substantially uniform erosion profile. Target assembly systems are also disclosed that include a field-enhanced sputtering target; and an anodic shield. Additionally, methods of producing a substantially uniform erosion on a sputtering target are described that include: providing an anodic shield; providing a cathodic field-enhanced target; and initiating a plasma ignition arc, whereby the arc is located at the point of least resistance between the anodic shield and the cathodic field-enhanced target.

## 七、申請專利範圍：

1. 一種包含一噴濺材料之場增強噴濺標靶，其被用於一噴濺系統中侵蝕前具有一非平面噴濺表面，該非平面噴濺表面具有至少一場增強、突起的凸曲率特徵，其每一者位於對應於一參考噴濺標靶被用於該噴濺系統中侵蝕後之一侵蝕分佈之一突起的凸曲率特徵之一位置，該參考噴濺標靶包含與該場增強噴濺標靶之噴濺材料具有一相同組成之一噴濺材料，且被用於該噴濺系統中侵蝕前該參考噴濺標靶包含一平面噴濺表面。
2. 如請求項1之場增強噴濺標靶，其中該場增強噴濺標靶形狀為圓形且包括一中心，且進一步包含至少一位於接近該場增強噴濺標靶之該噴濺表面之徑向外緣之場增強、突起的凸曲率特徵。
3. 如請求項1之場增強噴濺標靶，其中該場增強噴濺標靶進一步包含至少一凹入側壁溝槽。
4. 如請求項1之場增強噴濺標靶，其中該場增強噴濺標靶進一步包含一底板，該底板包含一溝槽式凸緣。
5. 如請求項4之場增強噴濺標靶，其中該溝槽式凸緣係凹入的。
6. 如請求項1之場增強噴濺標靶，其進一步包含至少一額外的場增強、突起的凸曲率特徵，其每一者位於對應於該參考噴濺標靶之該侵蝕分佈之一非突起的凹曲率特徵之一位置。
7. 如請求項1之場增強噴濺標靶，其中該參考噴濺標靶之

該噴濺材料包括一第一厚度且該場增強噴濺標靶在該場增強、突起的凸曲率特徵之一高峰包括一第二厚度，該第一及第二厚度實質上相等。

8. 如請求項1之場增強噴濺標靶，其中該參考噴濺標靶之該噴濺材料包括一第一厚度且該場增強噴濺標靶在該場增強、突起的凸曲率特徵之一高峰包括一第二厚度，該第一厚度小於該第二厚度。
9. 如請求項1之場增強噴濺標靶，其中該參考噴濺標靶之該噴濺材料包括一第一厚度且該場增強噴濺標靶在該場增強、突起的凸曲率特徵之一高峰包括一第二厚度，該第一厚度大於該第二厚度。
10. 如請求項1之場增強噴濺標靶，其中該場增強噴濺標靶形狀為圓形且包括一中心，且該至少一場增強、突起的凸曲率特徵包含一第一環形凸曲率特徵。
11. 如請求項10之場增強噴濺標靶，其中該場增強噴濺標靶進一步包含一第二環形凸曲率特徵，該第二環形凸曲率特徵在該第一環形凸曲率特徵外徑向地佈置。
12. 如請求項11之場增強噴濺標靶，其中該第二環形凸曲率特徵位於該場增強噴濺標靶之該噴濺表面之徑向外緣。
13. 如請求項10之場增強噴濺標靶，其中該參考噴濺標靶之該侵蝕分佈包含一環形非突起的凹曲率特徵，且該場增強噴濺標靶進一步包含一位於對應於該參考噴濺標靶之該侵蝕分佈之該環形非突起凹曲率特徵之一位置之第二環形凸曲率特徵。

14. 如請求項2之場增強噴濺標靶，其中該至少一場增強、突起的凸曲率特徵進一步包含一徑向地佈置於該中心及該徑向外緣之間之中間環形凸曲率特徵，該中間環形凸曲率特徵佈置於從該中心延伸之一徑向且對應於該參考噴濺標靶之該侵蝕分佈上一突起的凸曲率特徵。

15. 一種產生一場增強噴濺標靶之方法，該方法包含以下步驟：

辨認一參考噴濺標靶被用於一噴濺系統中侵蝕後之一侵蝕分佈上至少一參考、突起的凸曲率特徵，該參考噴濺標靶包含一噴濺材料及被用於該噴濺系統中侵蝕前之一平面噴濺表面；及

製造一場增強噴濺標靶，該場增強噴濺標靶包含一與該參考噴濺標靶之噴濺材料具有一相同組成之噴濺材料，該場增強噴濺標靶被用於該噴濺系統中侵蝕前具有一非平面噴濺表面，且該場增強噴濺標靶之該非平面噴濺表面進一步具有至少一場增強、突起的凸曲率特徵，其每一者位於對應於該參考噴濺標靶之該侵蝕分佈之一突起的凸曲率特徵之一位置。

16. 如請求項15之方法，其進一步包含以下步驟：

辨認該參考噴濺標靶之該侵蝕分佈上至少一非突起的凹曲率特徵，且其中該製造步驟進一步包含：

製造該場增強噴濺標靶以進一步包含至少一額外的場增強、突起的凸曲率特徵，其每一者位於對應於該參考噴濺標靶之該侵蝕分佈之該至少一非突起的凹曲率特徵

之一者之一位置。

17. 如請求項15之方法，其中該製造步驟進一步包含：

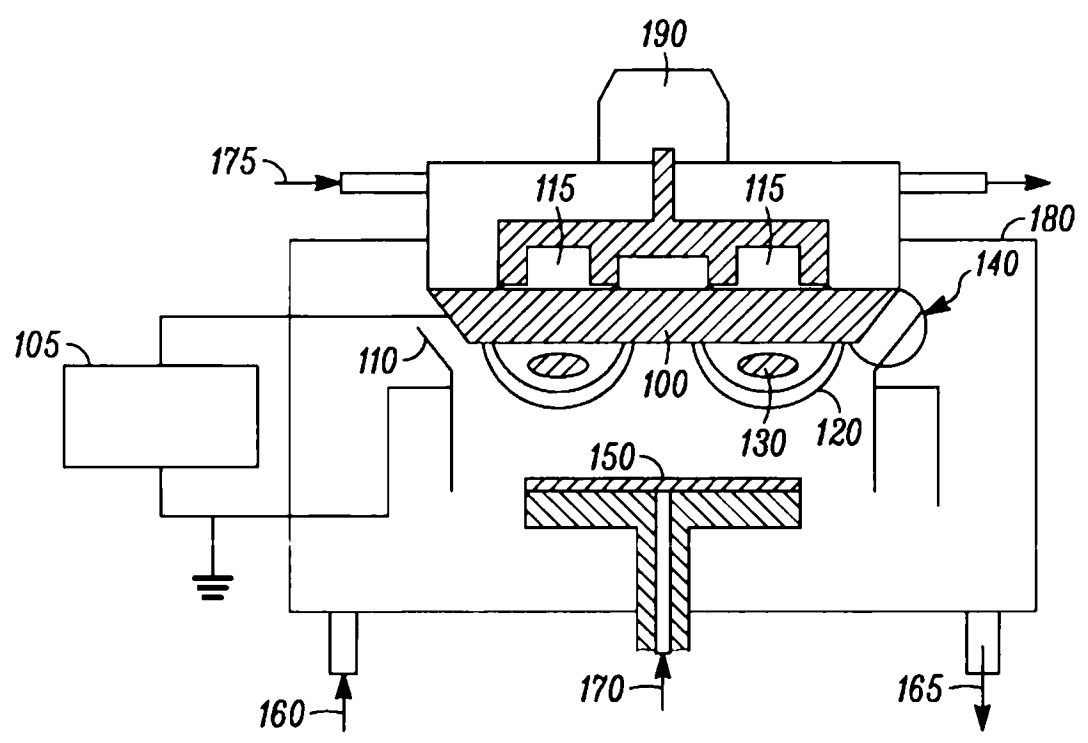
將該場增強噴濺標靶製造成形狀為圓形且包括一中心，且該至少一場增強、突起的凸曲率特徵係一第一環形凸曲率特徵。

18. 如請求項17之方法，其中該場增強噴濺標靶進一步包含一第二環形凸曲率特徵，該第二環形凸曲率特徵在該第一環形凸曲率特徵外徑向地佈置。

19. 如請求項18之方法，其中該第二環形凸曲率特徵位於該場增強噴濺標靶之該噴濺表面之徑向外緣。

20. 如請求項15之方法，其中該場增強噴濺標靶形狀為圓形且具有一中心，且進一步包含位於接近該場增強噴濺標靶之該噴濺表面之徑向外緣之至少一場增強、突起的凸曲率特徵。

八、圖式：



(先前技術)

圖 1

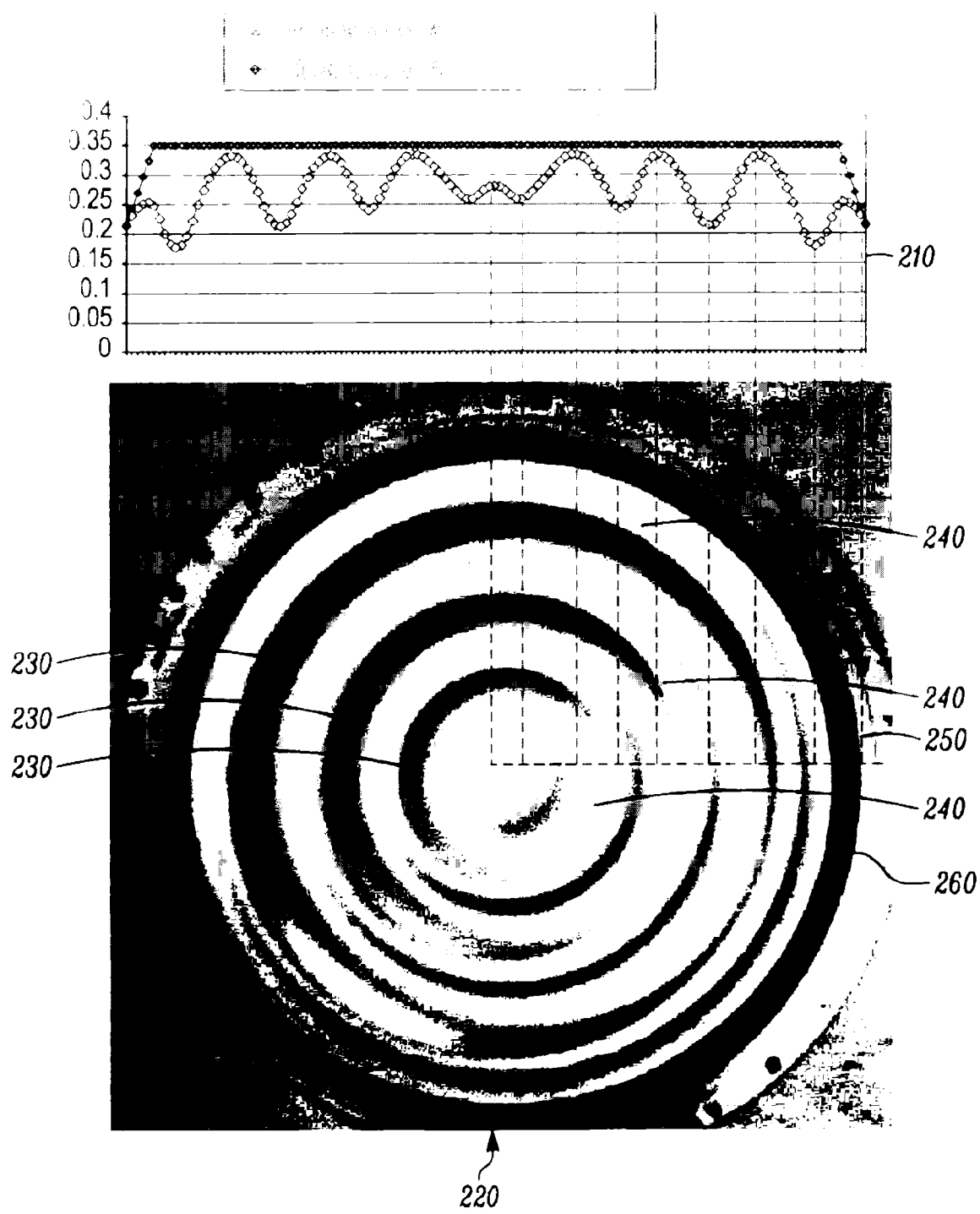
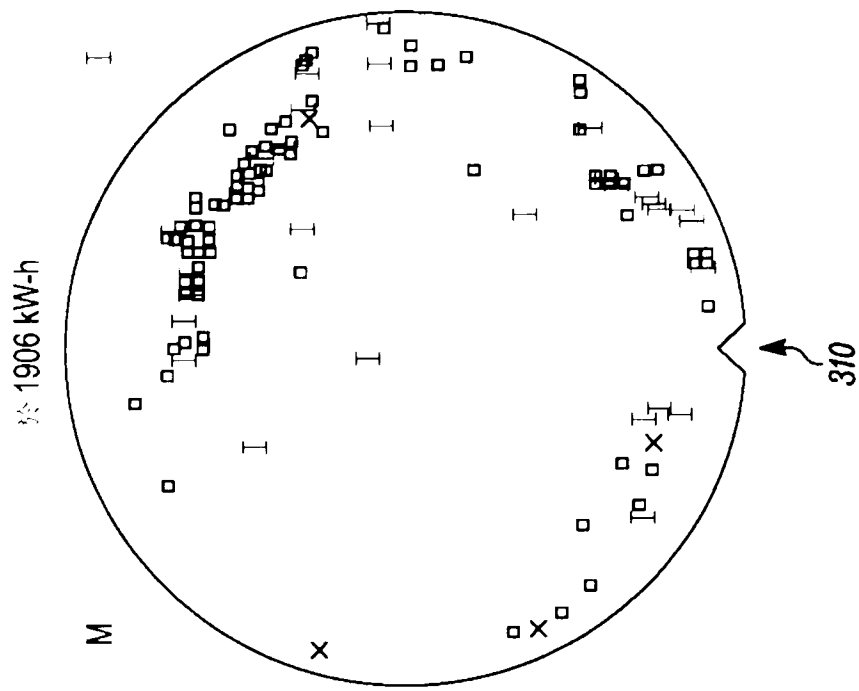


圖 2



於目標之奇勞達(Qimonda)處  
觀察的粒子計數之趨勢

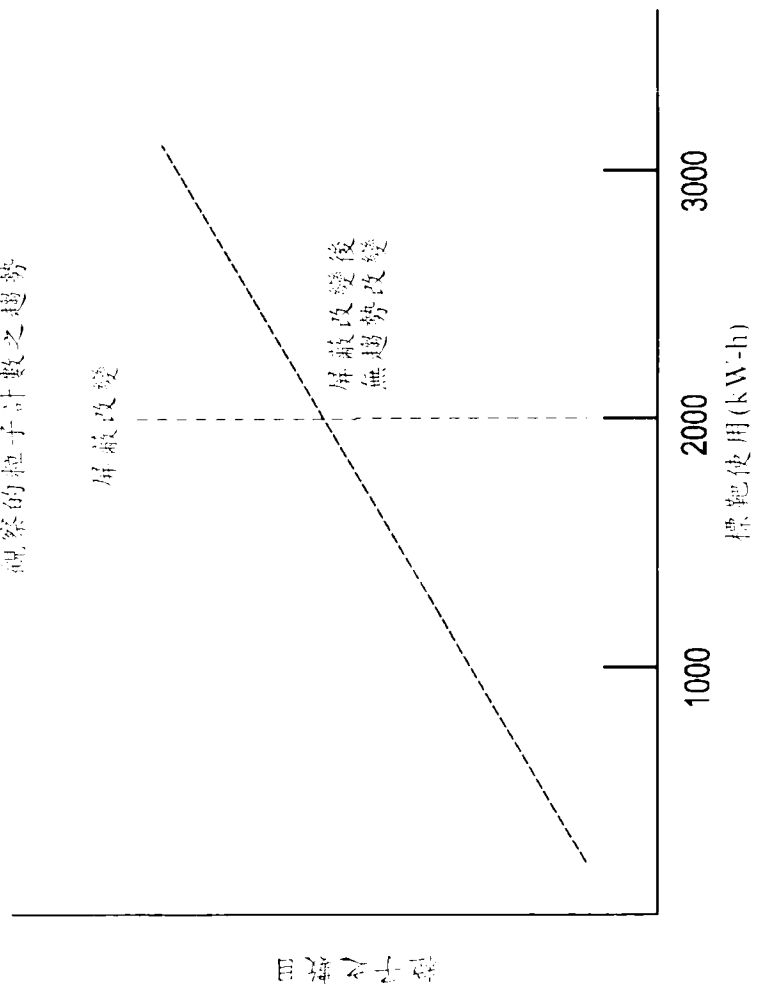


圖3

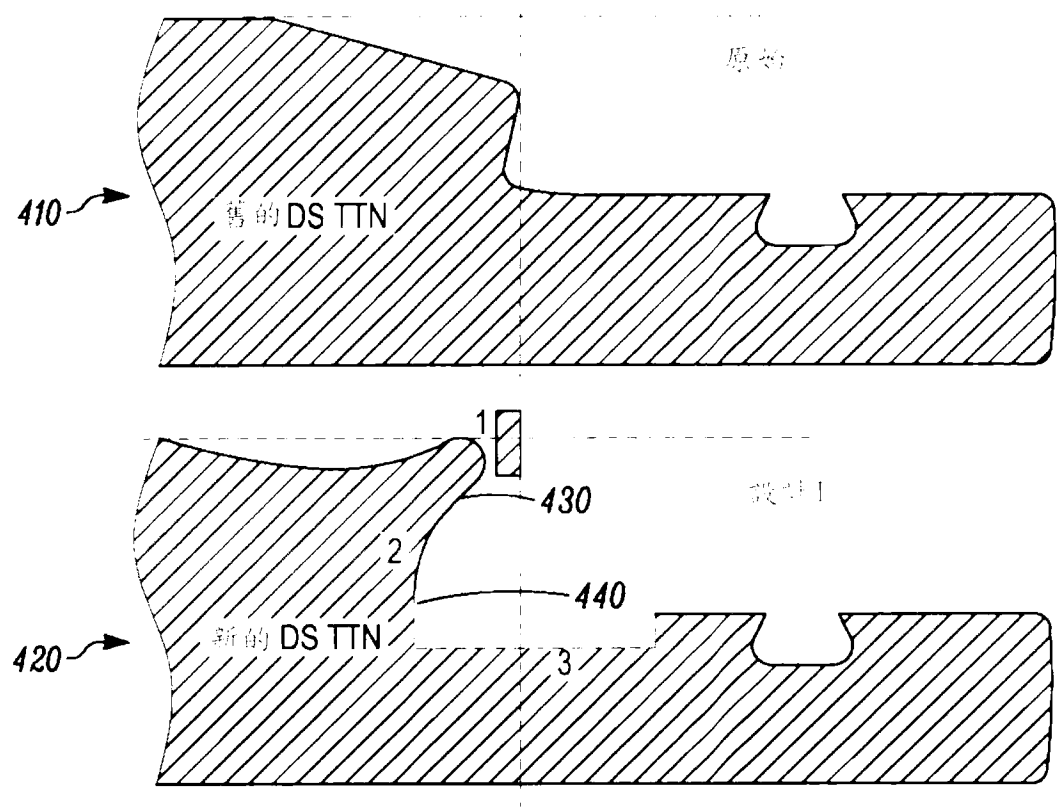


圖 4

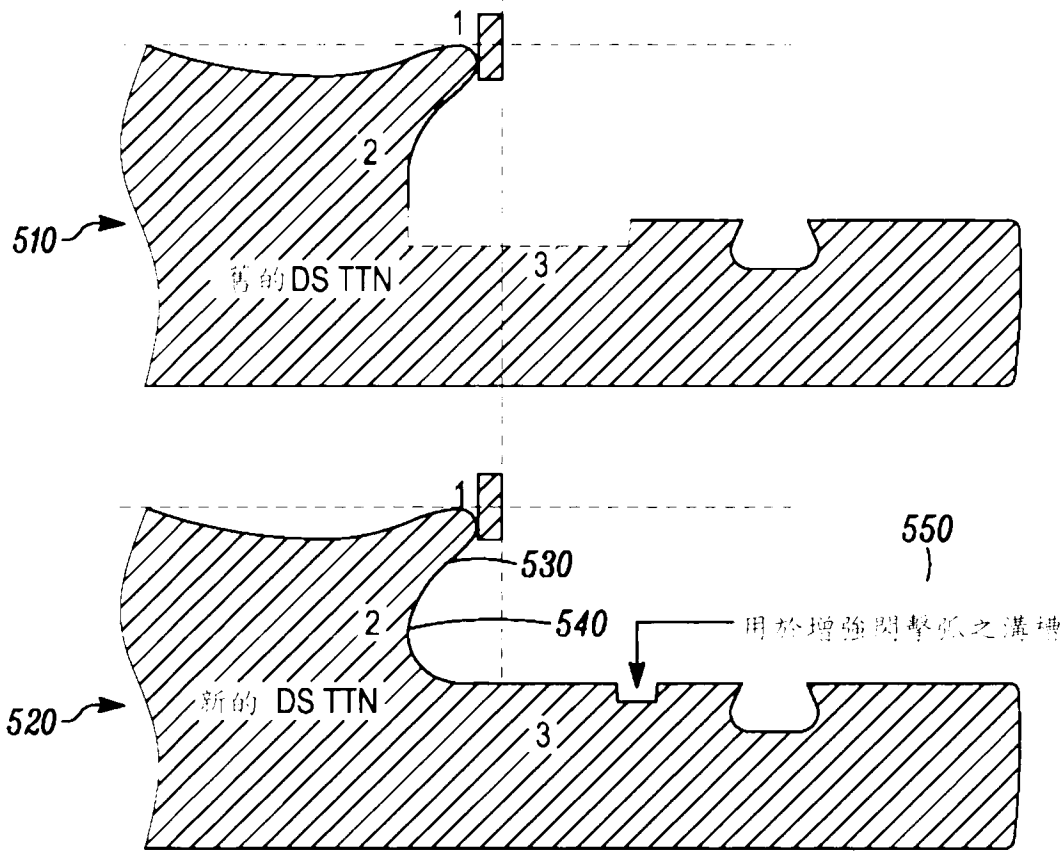


圖5

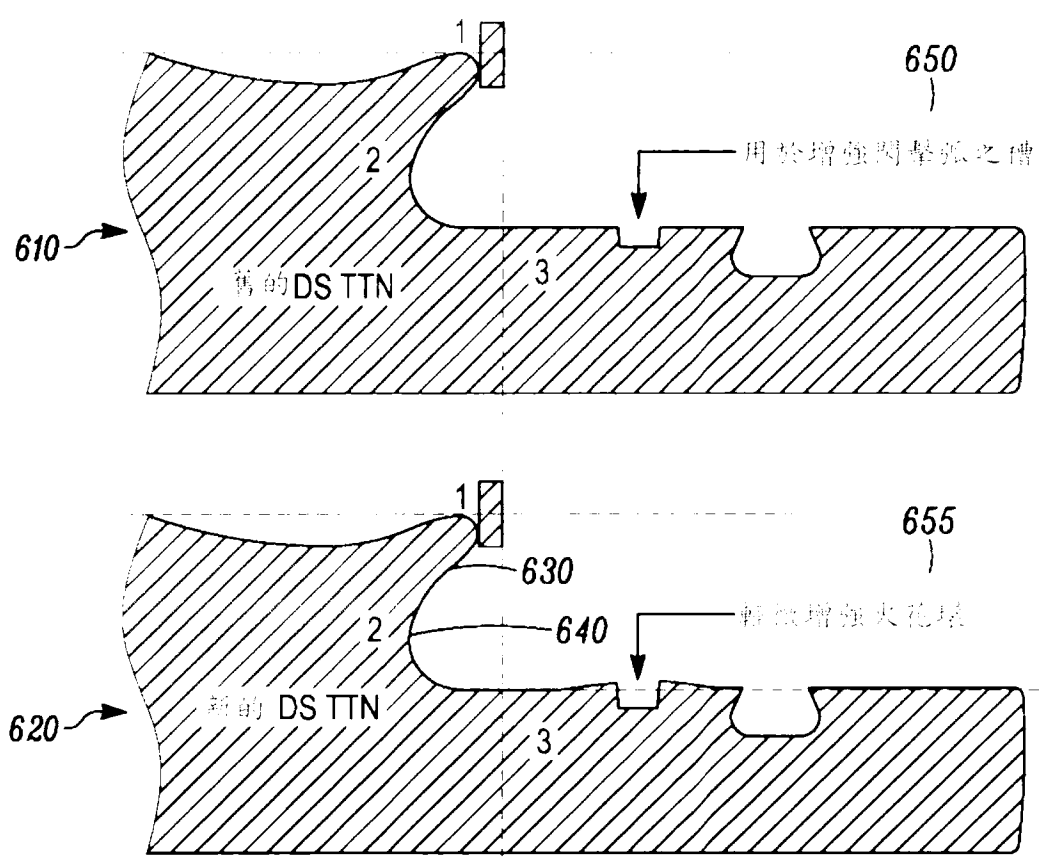


圖 6

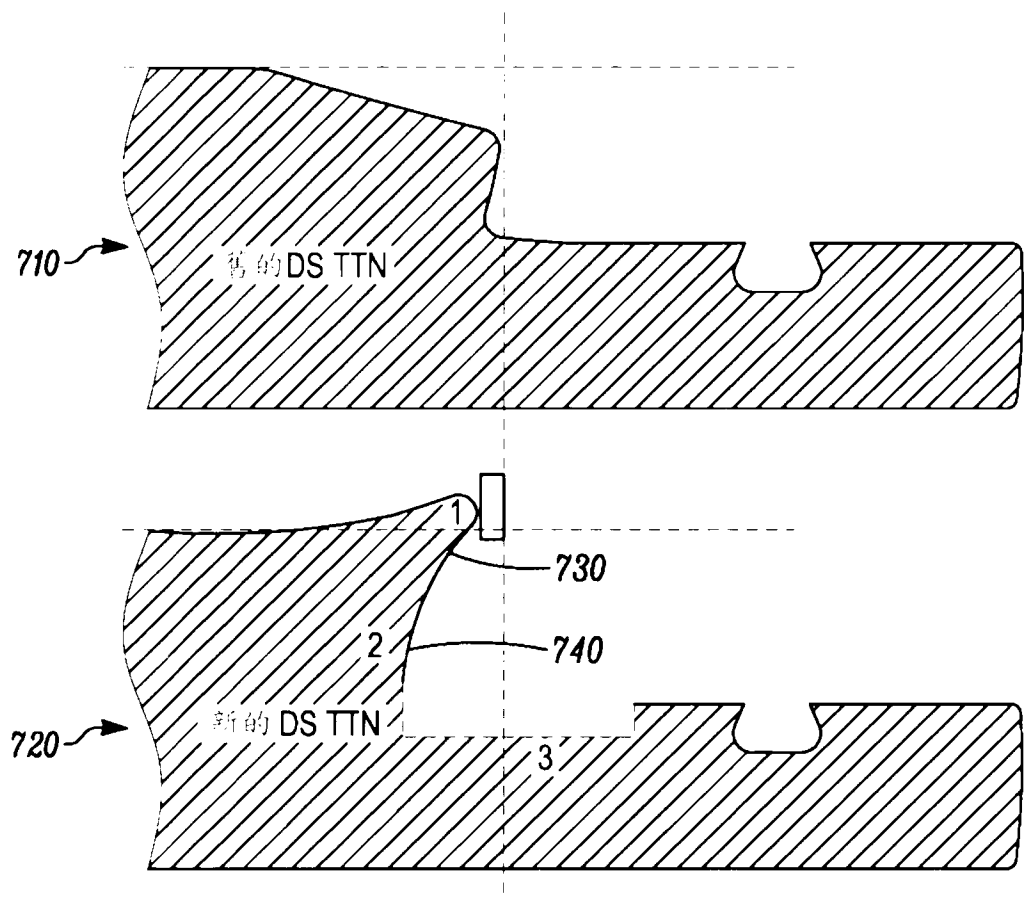


圖 7

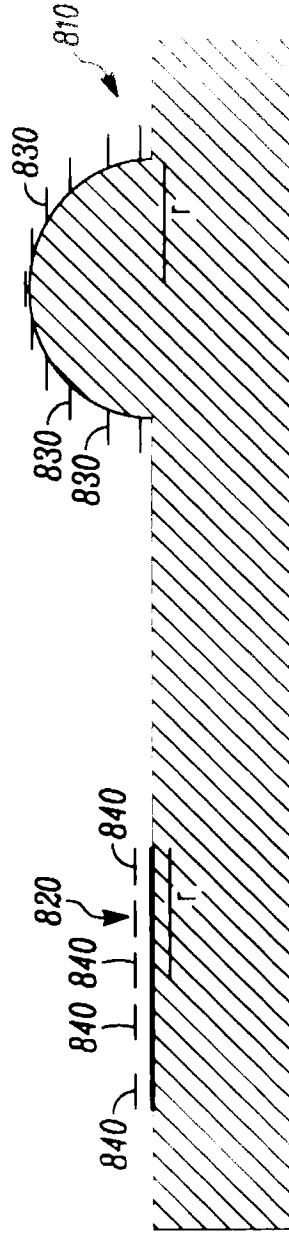
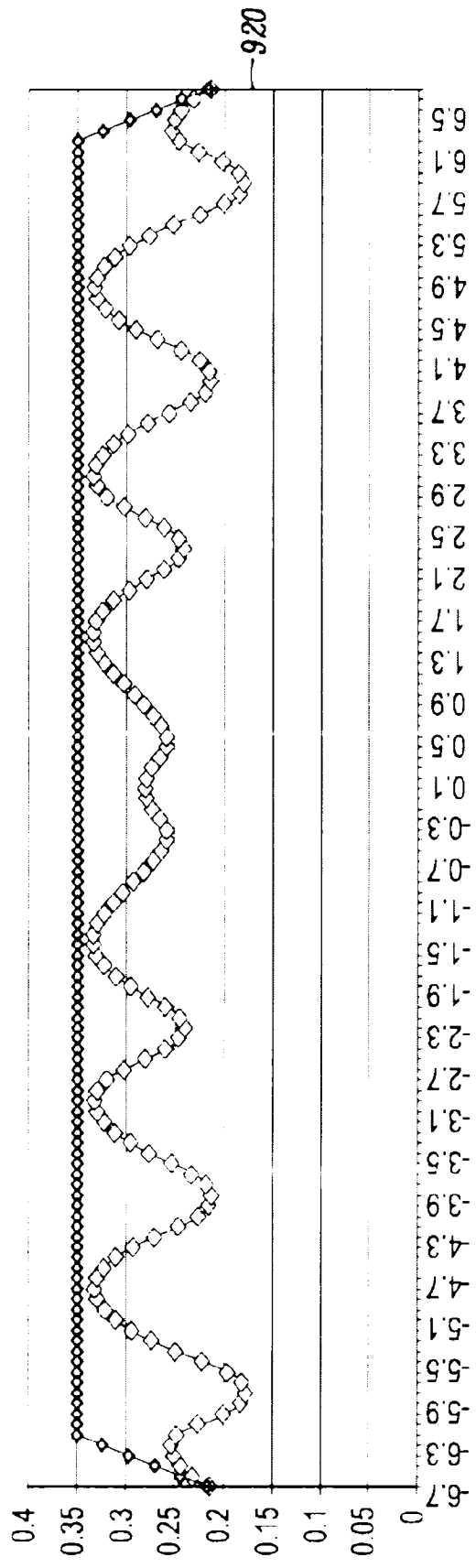
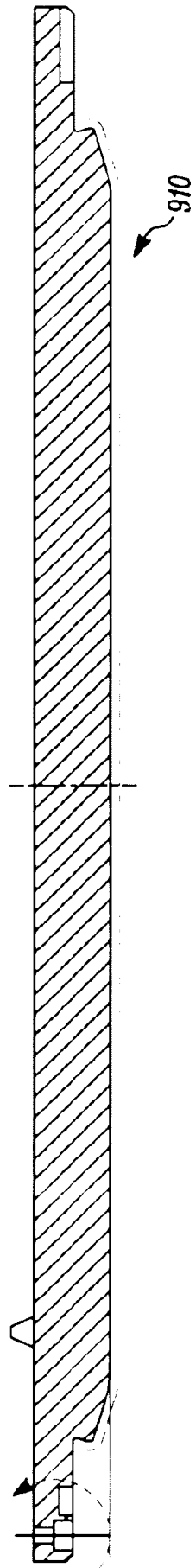


圖 8



。噴成後的分佈  
 ◆噴成前的分佈

圖9

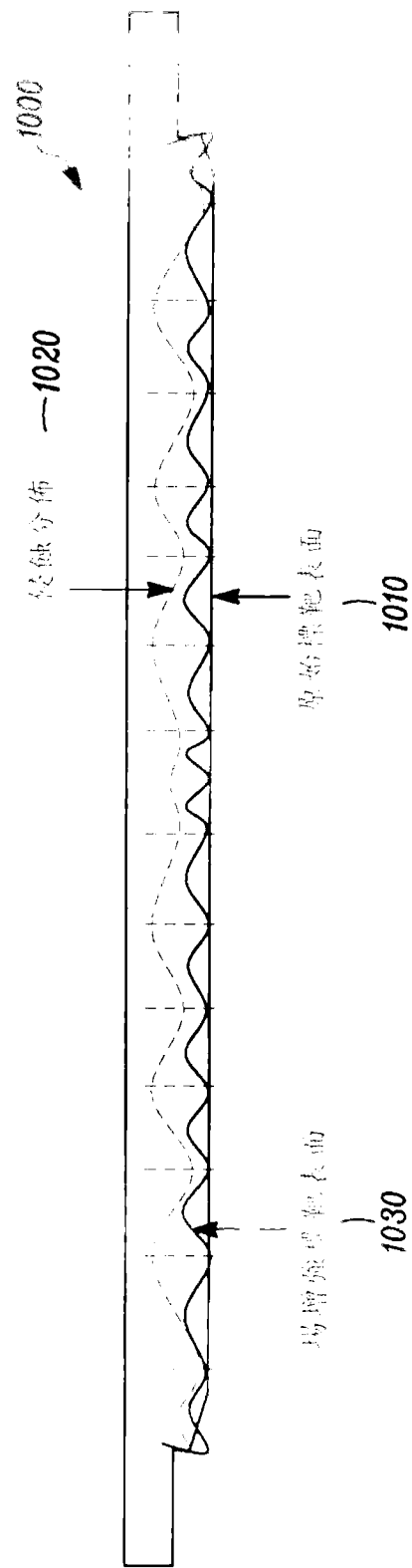


圖 10

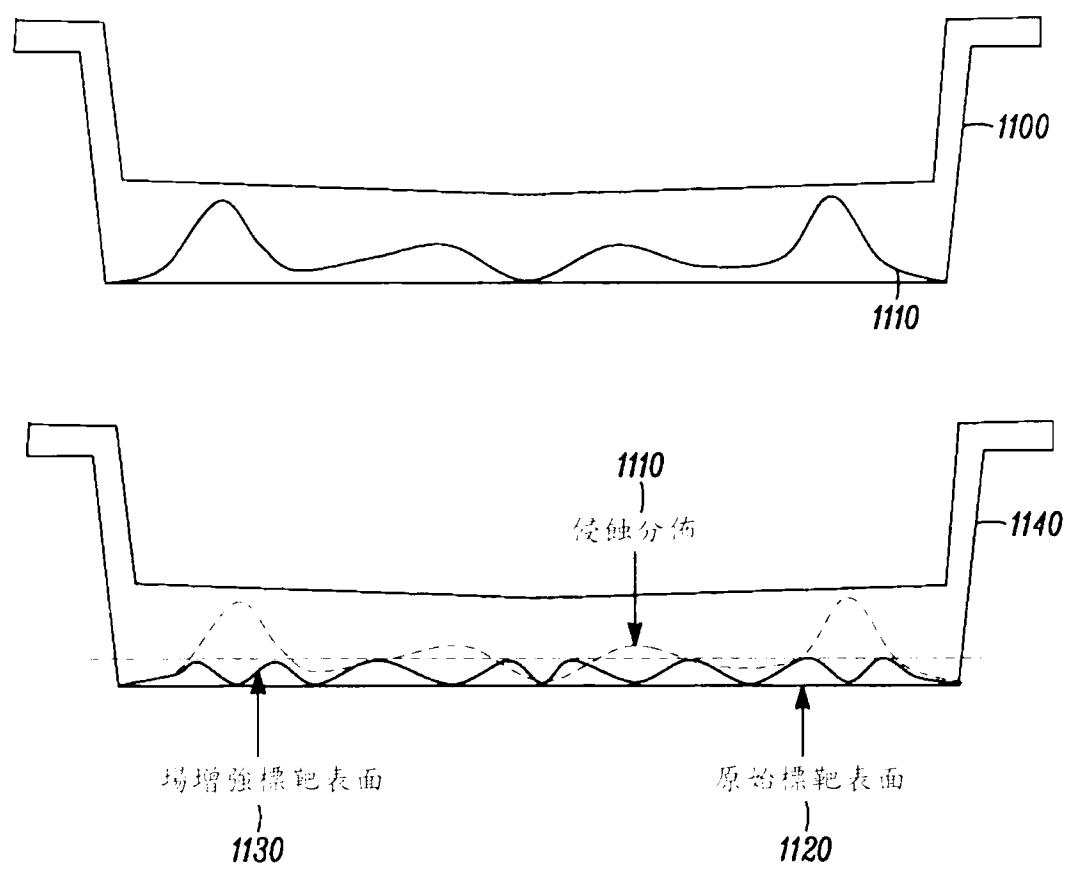


圖 11

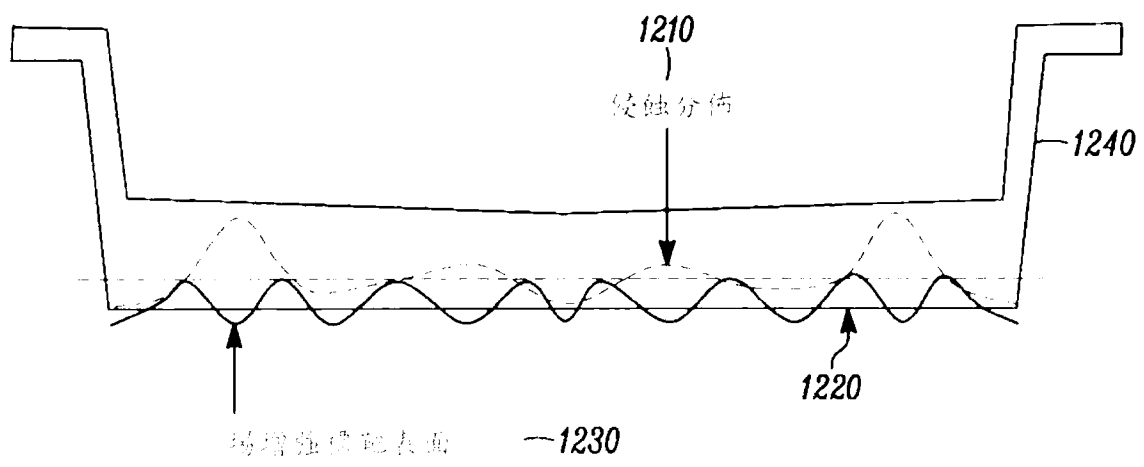
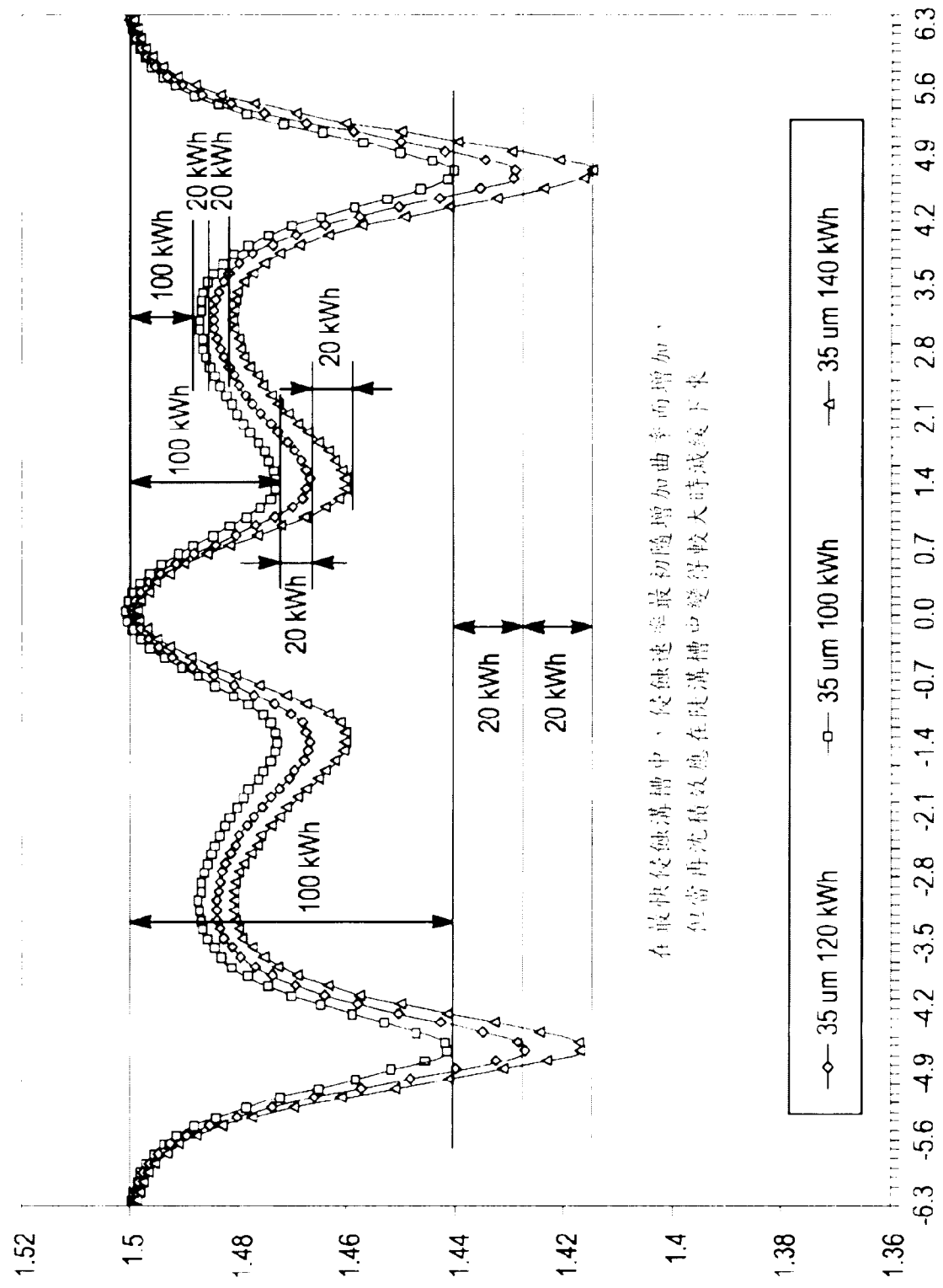


圖 12



在最快侵蝕溝槽中，侵蝕速率最初隨增加曲率而增加，  
但當再沈積效應在陡溝槽中變得較大時減緩下來。

圖13

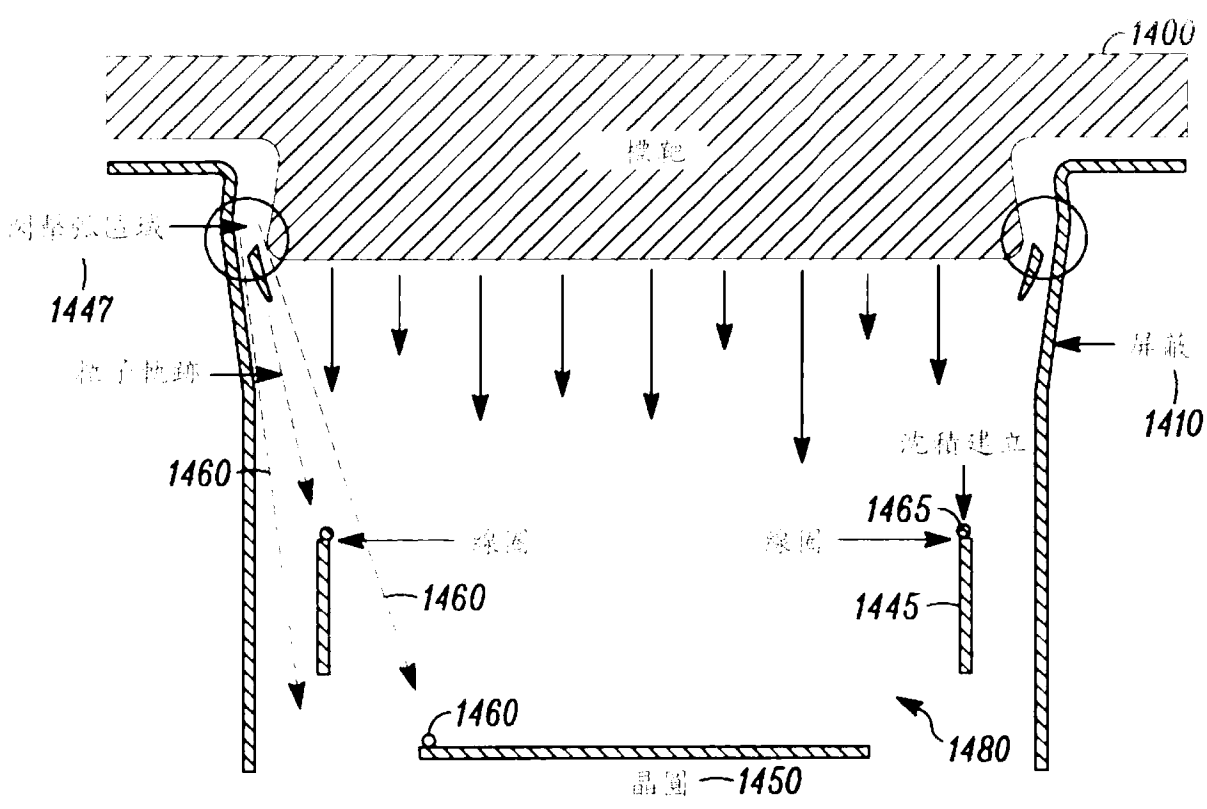


圖 14

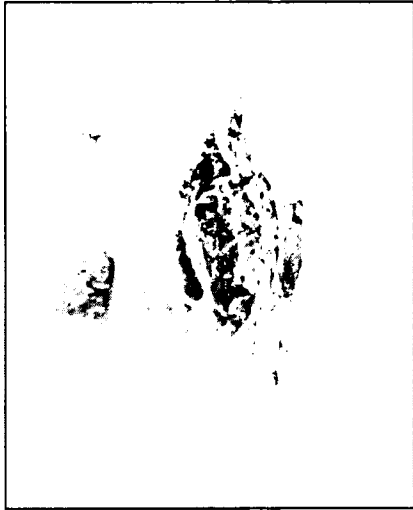


圖 15B



圖 15D



圖 15A

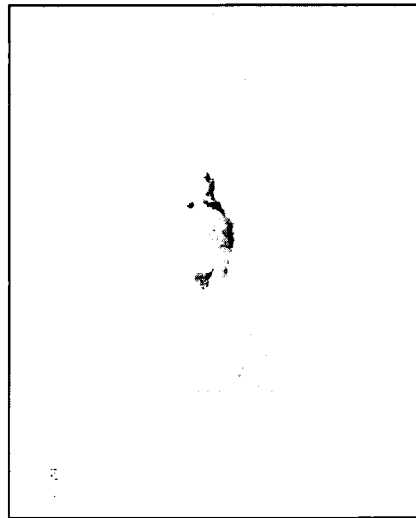


圖 15C

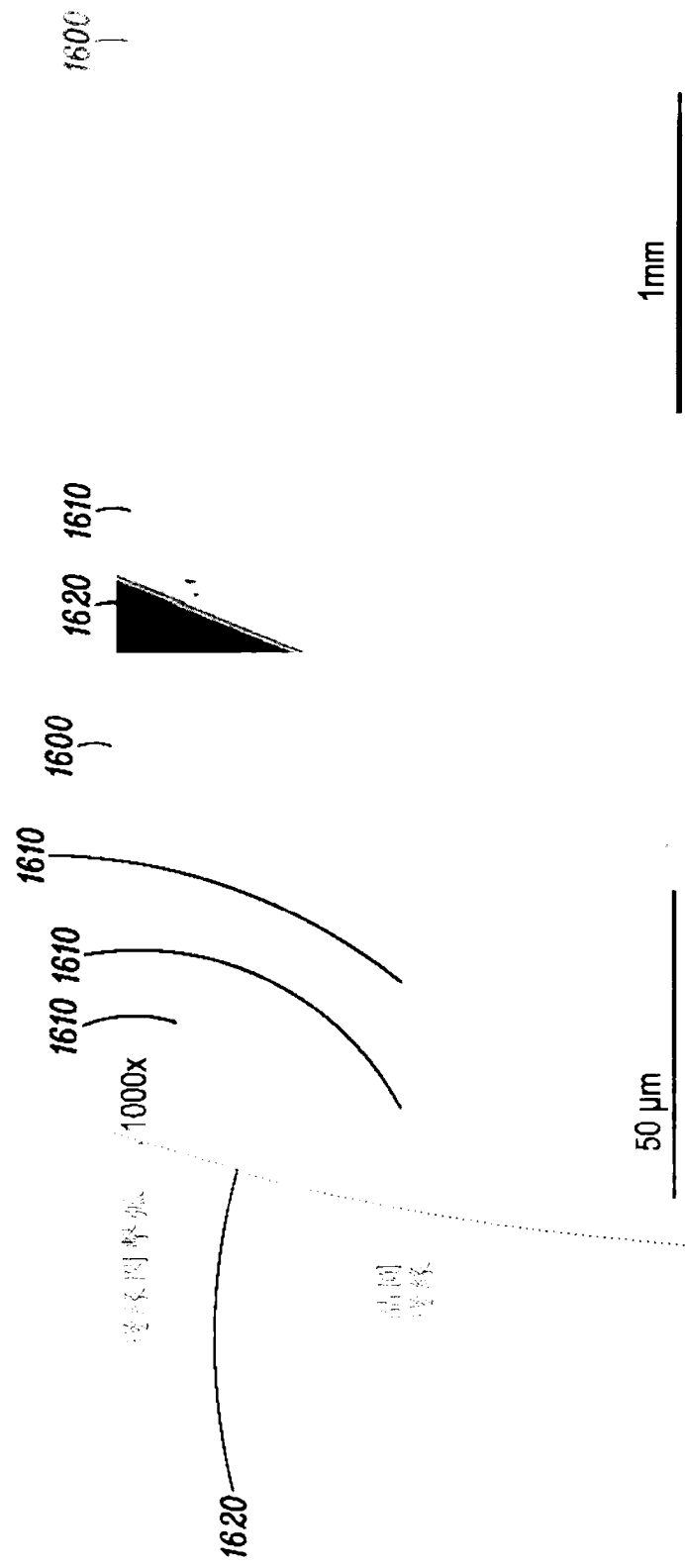


圖 16A



圖 16B

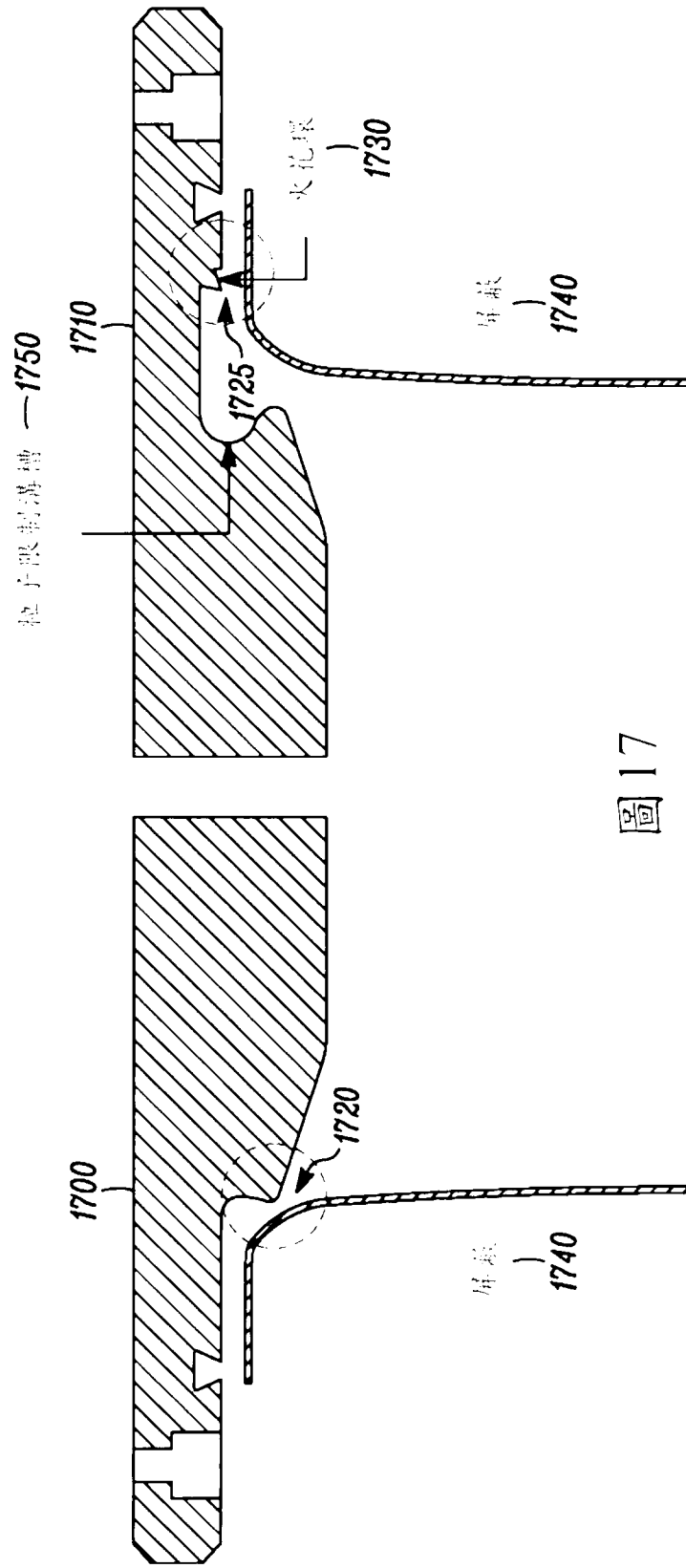


圖17

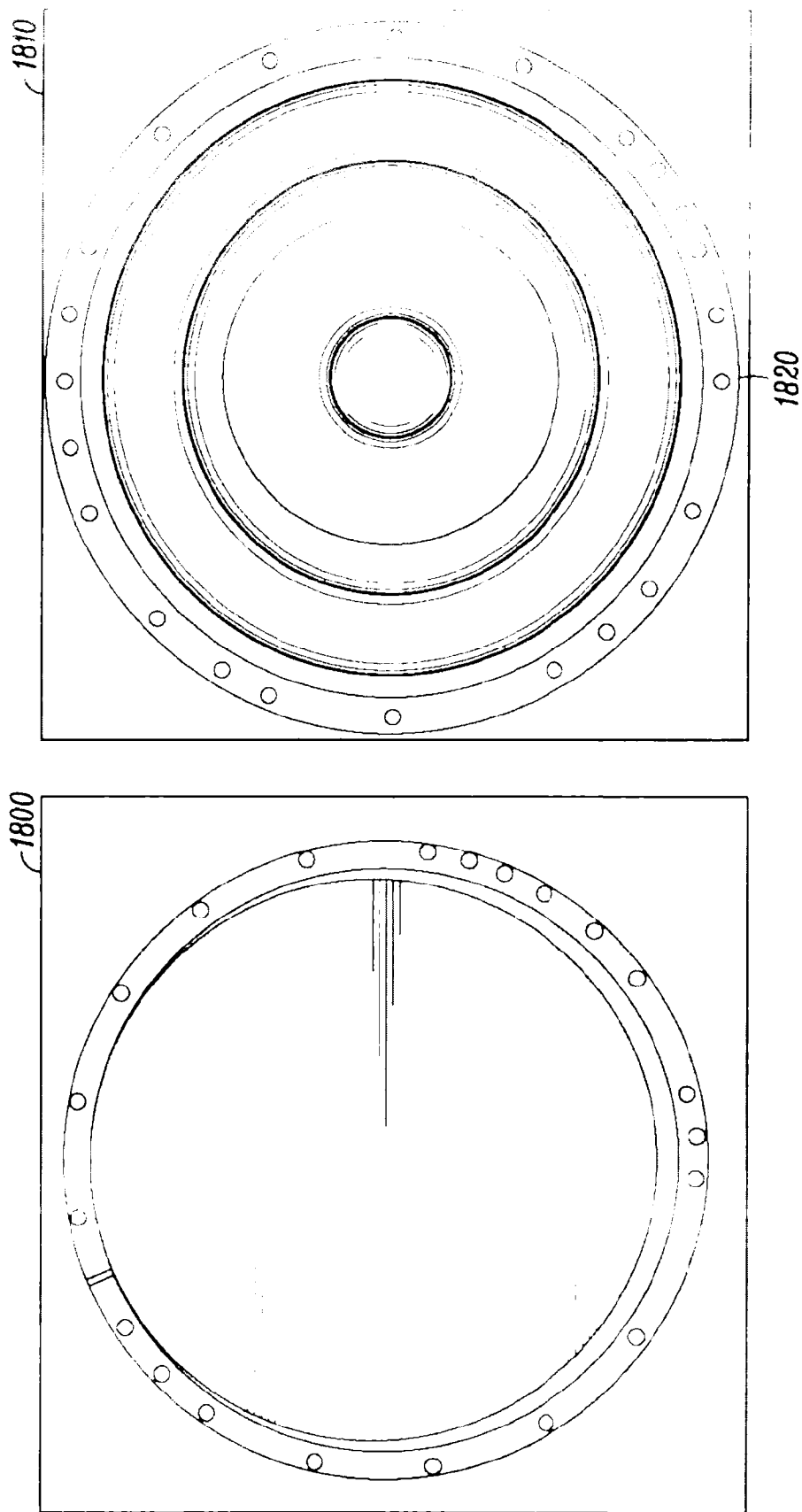


圖 18

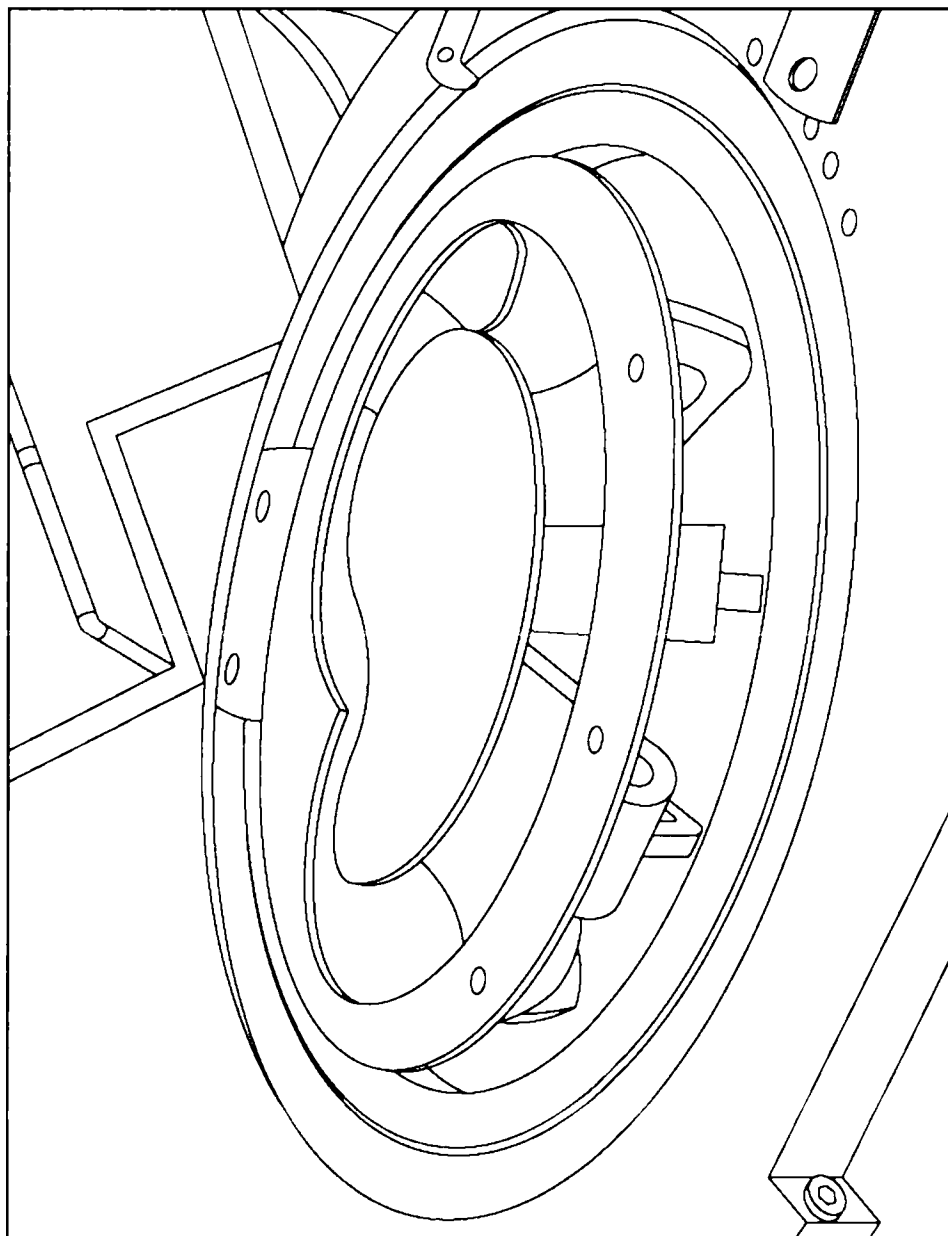


圖 19

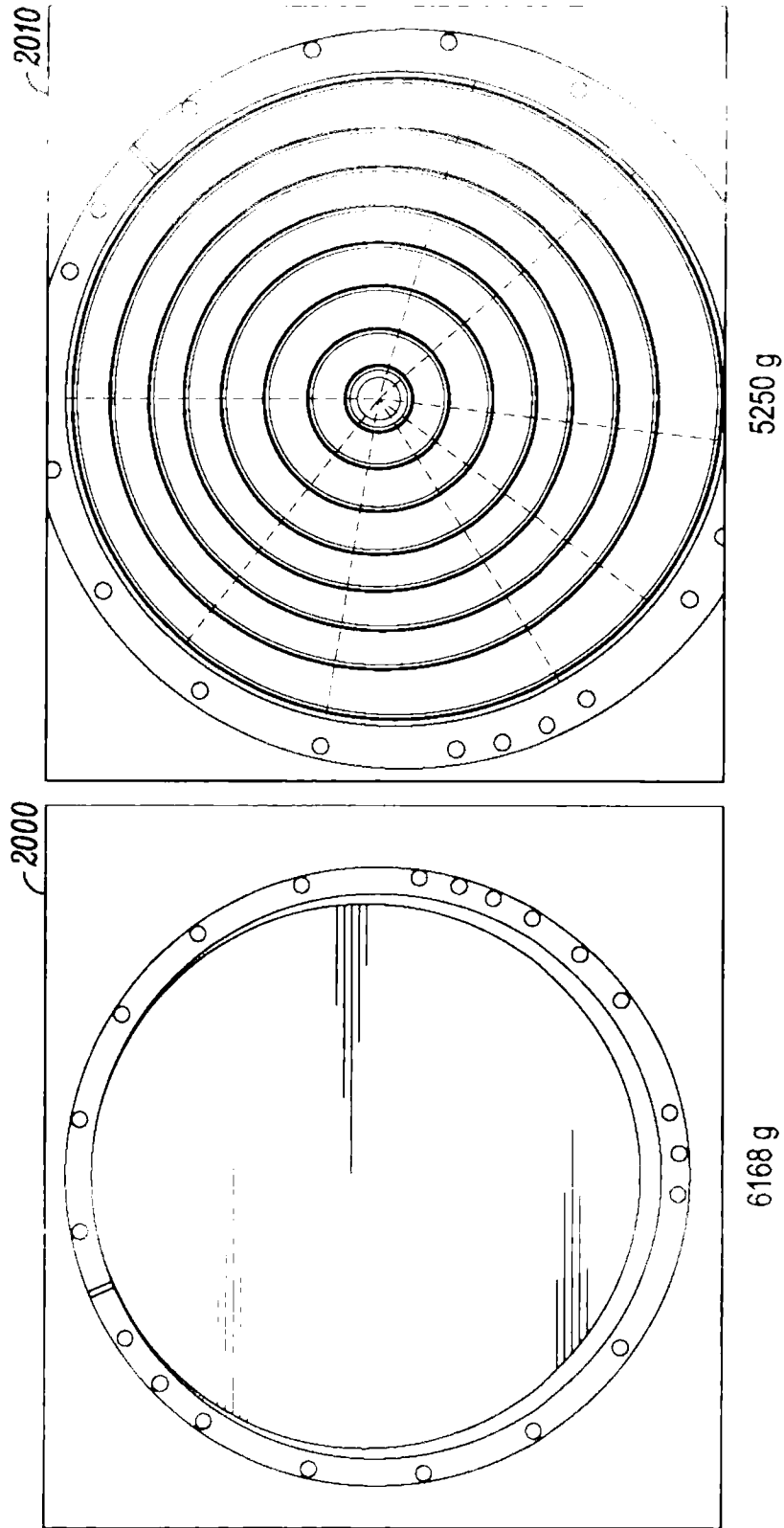


圖 20

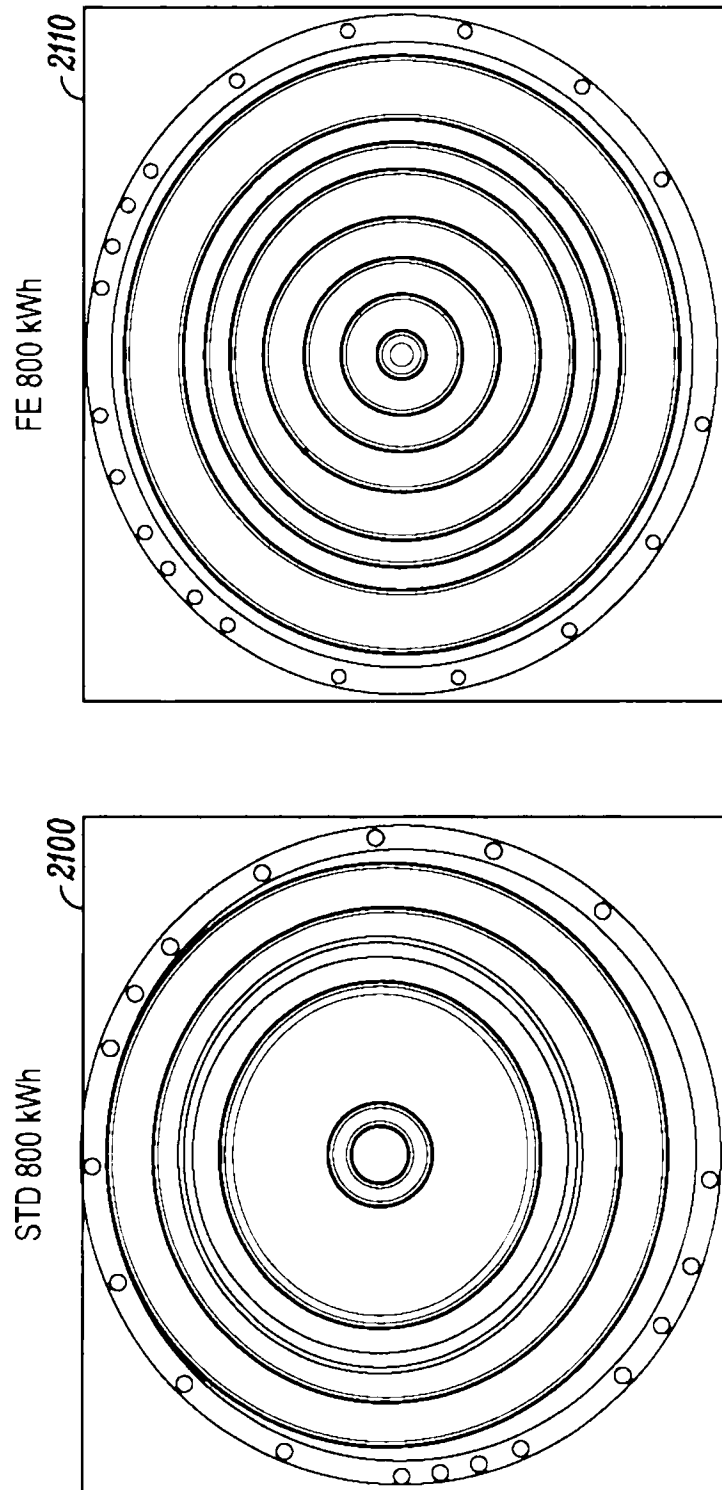
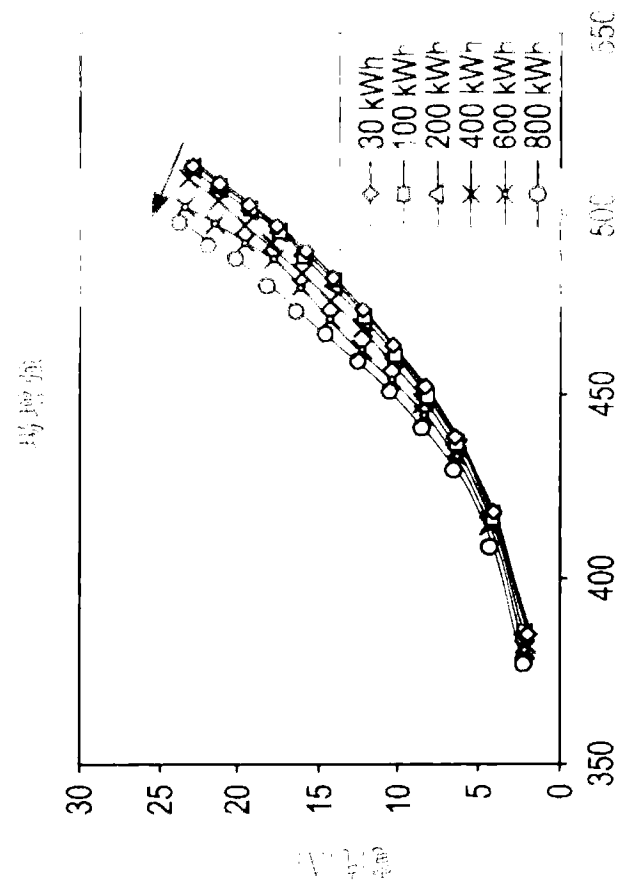
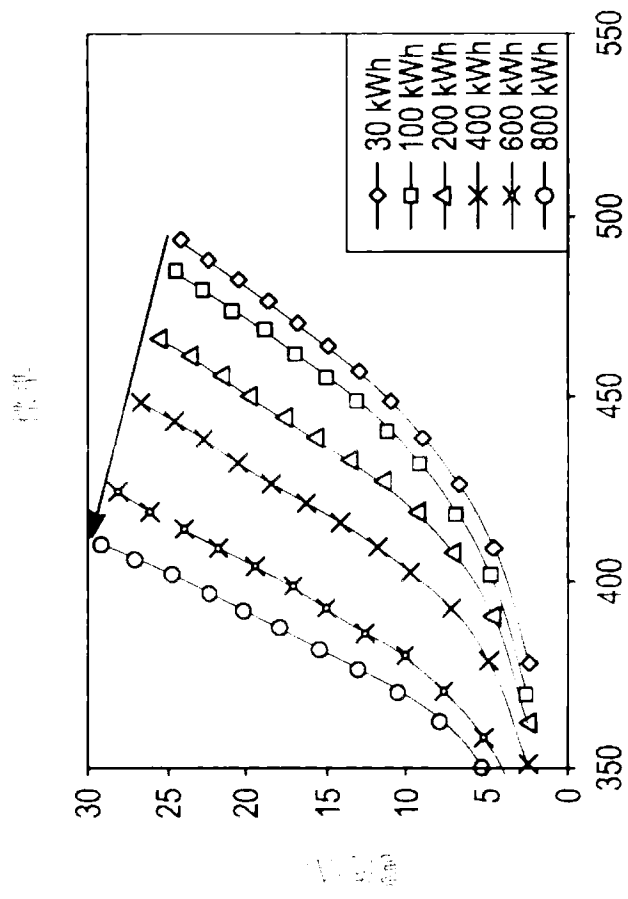


圖 21



電壓(V)  
圖 22B



電壓(V)  
圖 22A

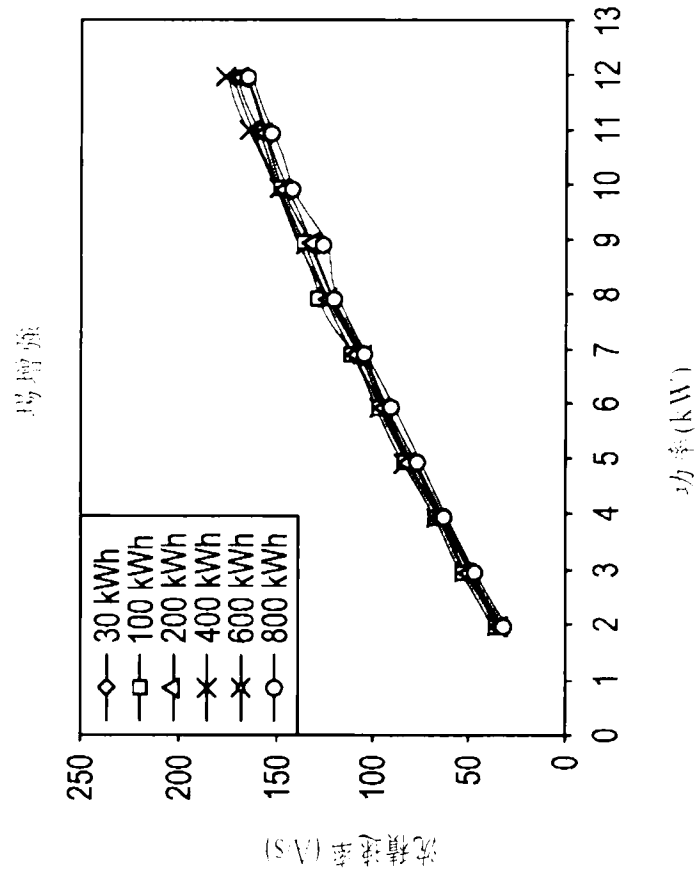


圖 23A

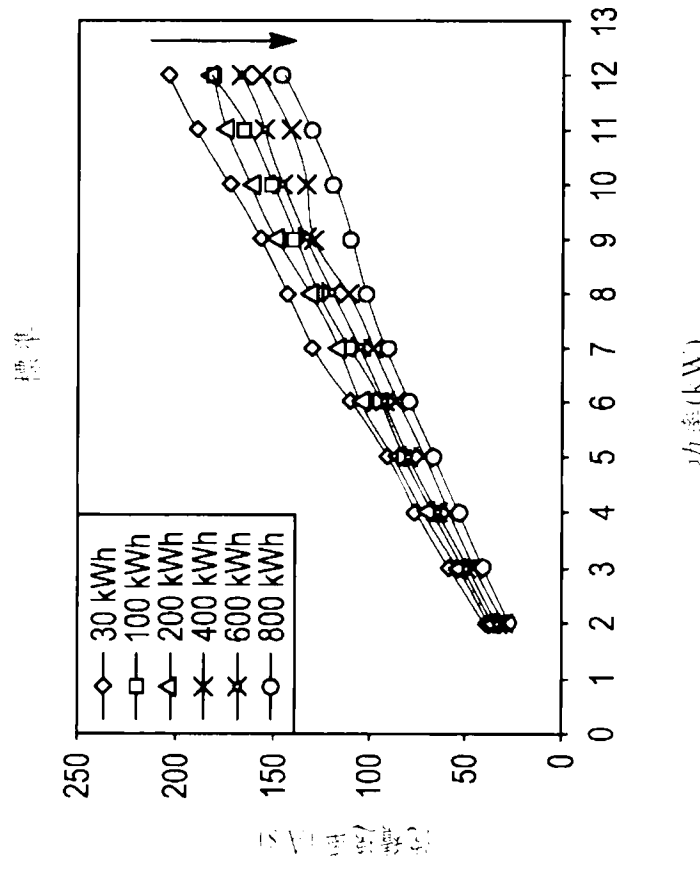


圖 23B

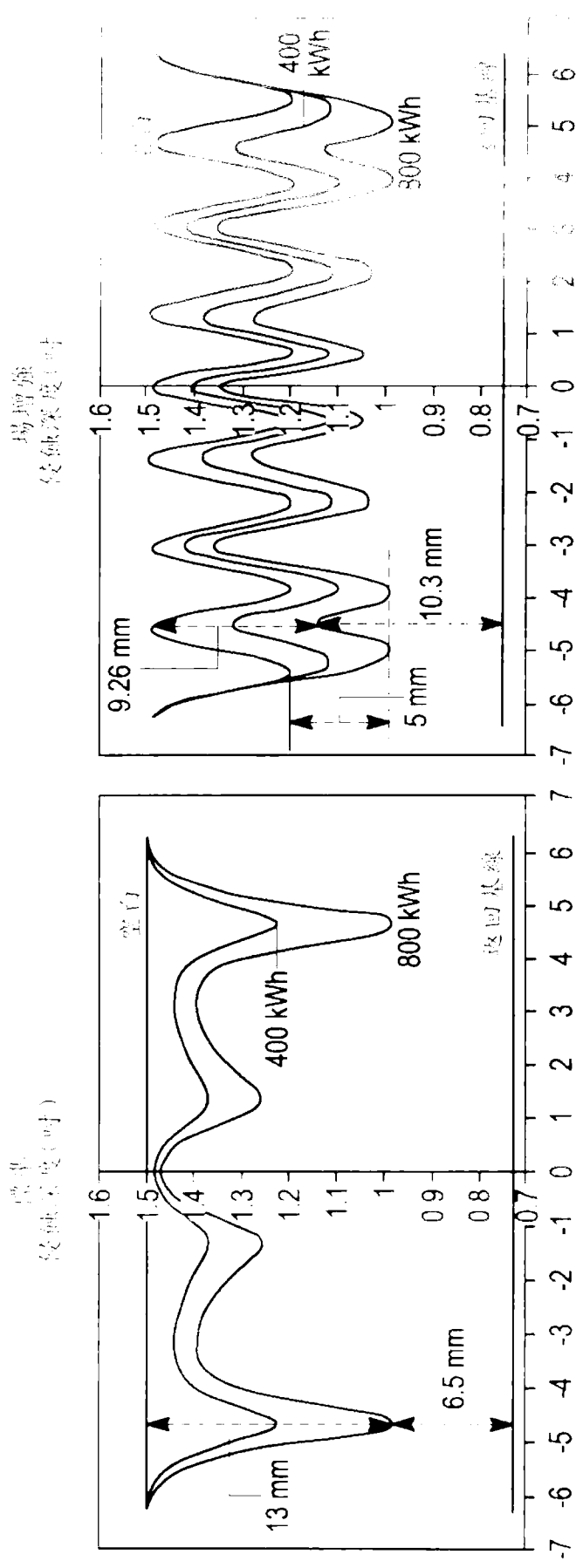


圖 24A

圖 24B

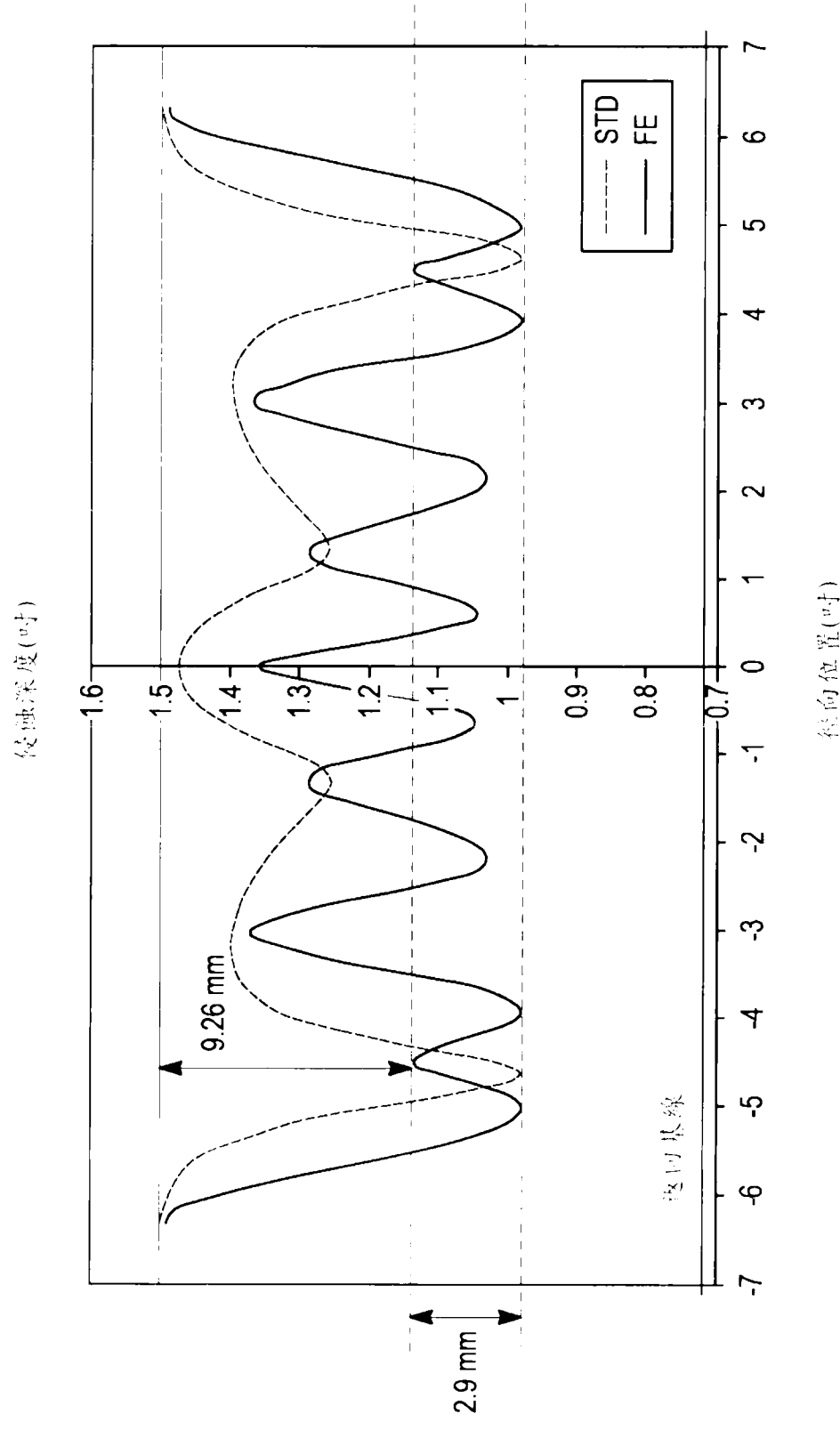
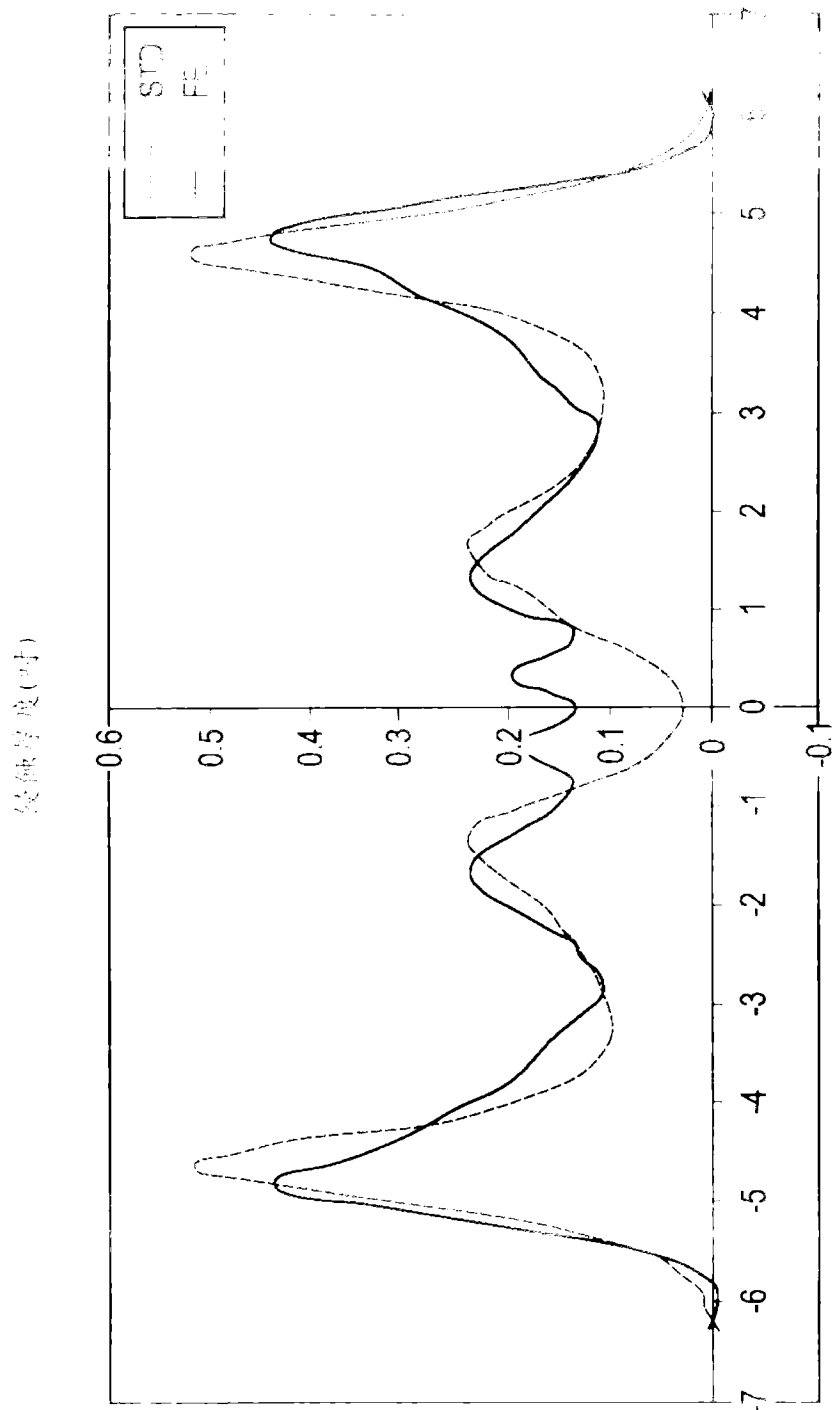
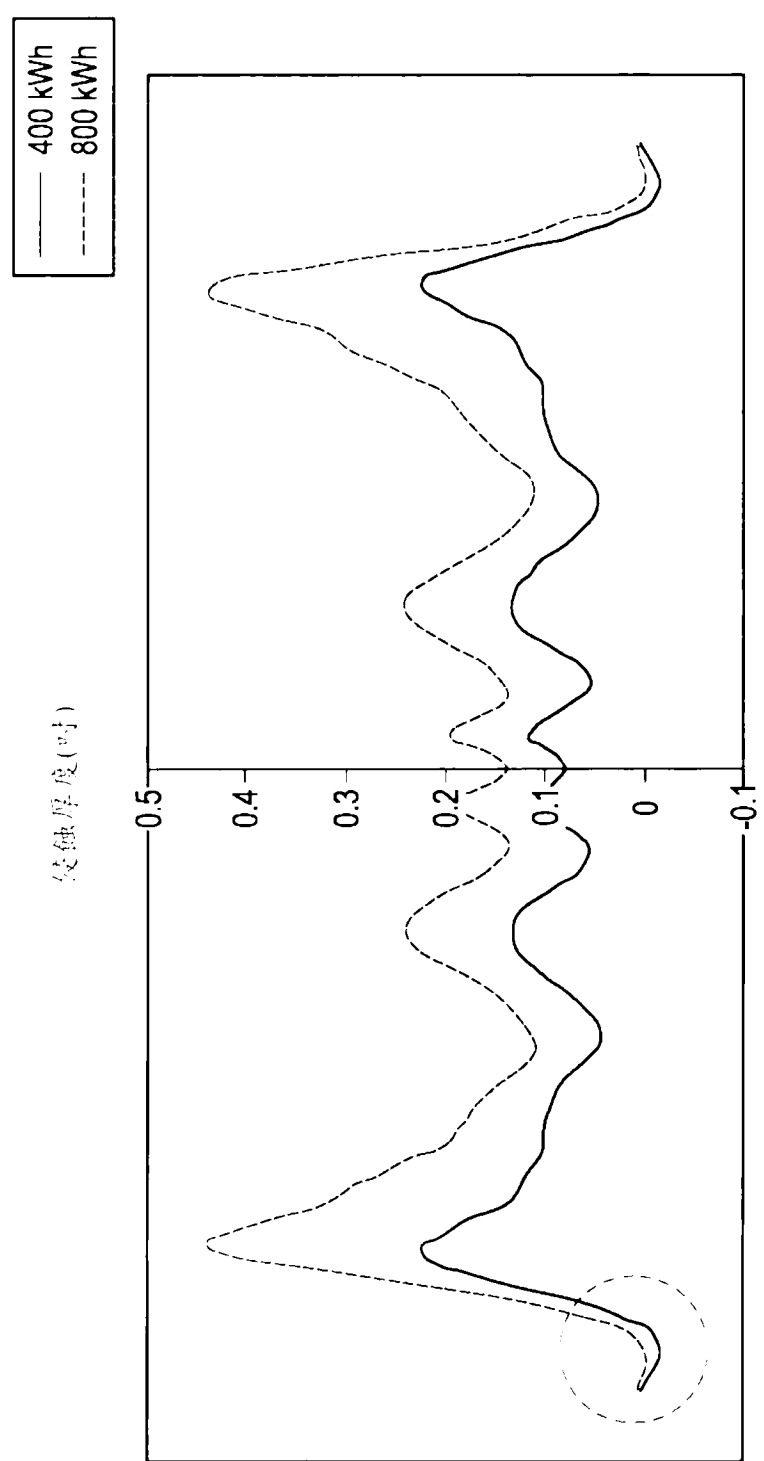


圖25



徑向位置(吋)

圖26



徑向位置(吋)

圖27

表1

標記項目	標準WU損耗	屏蔽WU增益	夾環WU增益	品圓WU增益	標準WU損耗
馬鞍板	1078.4	306.9	431.8	339.7	31.5%
標準	993.7	253.6	420.9	319.2	32.1%

圖28

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 12 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1210	侵蝕分佈
1220	原始標靶表面
1230	場增強表面設計
1240	標靶

#### 五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)