

公告本

申請日期	89. 11. 30
案 號	89125484
類 別	H05G 7/00, G21G 4/00

A4
C4

508980

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	產生極短波輻射的方法，藉由該輻射製造一裝置的方法、極短波輻射源單元及備有此一輻射源單元的微影投射裝置
	英 文	METHOD OF GENERATING EXTREMELY SHORT-WAVE RADIATION, METHOD OF MANUFACTURING A DEVICE BY MEANS OF SAID RADIATION, EXTREMELY SHORT-WAVE RADIATION SOURCE UNIT AND LITHOGRAPHIC PROJECTION APPARATUS PROVIDED WITH SUCH A RADIATION SOURCE UNIT
二、發明 人	姓 名	帝歐朵斯 修伯特斯 約瑟夫斯 比斯巧普斯
	國 籍	荷蘭
三、申請人	住、居所	荷蘭愛因和文市普羅何斯蘭路6號
	姓 名 (名稱)	荷蘭商皇家飛利浦電子股份有限公司
	國 籍	荷蘭
	住、居所 (事務所)	荷蘭愛因和文市格羅尼渥街1號
	代 表 人 姓 名	J. L. 凡 德 渥

裝 訂 線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， 有 無主張優先權

歐洲專利機構 1999年12月23日 99204500.5 有 無主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀封面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

本發明係關於一種產生極短波輻射之方法，其中一固體介質係輸送通過一真空空間，且每次真空空間內一部分介質係以一脈衝及聚焦式富能量雷射束輻射，該部分之介質轉變成一電漿以放射極短波輻射。

本發明亦關於一種藉由該輻射製造一裝置的方法，再者，本發明關於一種極短波輻射源單元及備有此一輻射源單元的微影投射裝置。

極短波輻射可知為意指極端UV(EUV)輻射，其可用於微影投射裝置及X光輻射等多種應用。

一固體介質可為一介質，例如可由雷射束撞擊而在當處爆炸之金屬，其釋出粒子而形成一電漿以放射極短波輻射，金屬介質可為一輸送通過真空或源空間之帶或線。

應用光學元件01-12-93第32期第34號第6901-6910頁"軟性X光微影用之雷射電漿通量變數之特徵化與控制"論文中揭露一種利用一錫(Sn)製旋轉盤做為可動性介質以產生EUV輻射用於一微影裝置內之方法。

一微影裝置本身係用於積體電路或ICs之製造中，可將一光罩中之IC光罩圖案每次成像至一基板之不同區域上，塗覆一輻射敏感性層之此基板提供空間以用於大量之IC區域。微影裝置亦可用於例如液晶影像顯示面板、積體或平面型光學系統、荷電耦合式偵測器(CCDs)或磁頭之製造中。

由於日益增多之大量電子組件欲容納於一枚IC內，故需成像日益變小之IC圖案細部或線寬，因此日益嚴苛之要求即出現於裝置內之投射系統之成像品質及解析能力，投射

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

系統大體上為目前微影裝置中之一透鏡系統，而解析能力係尚可成像之最小細部之測量，其與 λ/NA 成比例， λ 係成像或投射束之波長及 NA 係投射系統之數值孔徑。欲增大解析能力則數值孔徑理論上即加大及/或減小波長，但是在實施上加大大數值孔徑已不可行，因為與 λ/NA^2 成比例之投射系統焦點深度將會過小，且所需成像區之校正太難。

施加於投射系統上之要求可獲解決，或者若使用一步進掃描式微影裝置以替代一步進式微影裝置，則解析能力即可增加而這些要求仍得以保持。在一步進式裝置中，其使用全區照射，即整個光罩圖案在一次動作中照射，且整體成像於基板之一IC區上；照射IC區後，一步驟進行於一後續之IC區，即基板固定座移動使下一IC區定位於光罩圖案下方，隨後照射此區域，等等，直到基板之所有IC區皆備有一光罩圖案為止。在步進掃描式裝置中，其僅照射光罩圖案之一長方形或環形嵌段形區以及一基板IC相對應子區域，光罩圖案及基板係同步地移動通過照射束，同時計算投射系統之倍率；光罩圖案之一後續區域隨後每次成像於基板之相關IC區域之一相對應子區域上，整個光罩圖案已依此成像於一IC區域上後，基板固定座執行一步驟，即後一IC區域開始導入投射束，且光罩例如設定於其最初位置，隨後該後一IC區域透過光罩圖案而掃描照射。

若較小之細部欲以一步進掃描式微影裝置令人滿意地成像，唯一之可行性為減小投射束之波長。在現有之步進掃描式裝置中已使用深UV(DUV)輻射，即來自一準分子雷射

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

而具有數百毫微米波長之輻射，例如248或193毫微米。另一可行性為使用極端UV(EUV)輻射，亦稱為軟性X光輻射，其波長為數毫微米至數十毫微米，0.1微米以下之極小細部即可利用此一輻射做滿意之成像。

由於並無適當透鏡材料可用於EUV輻射，一面鏡投射系統需用於成像基板之光罩圖案，以替代習知之透鏡投射系統。針對自EUV輻射源形成輻射之一適當照射束，面鏡亦用於照射系統中，應用光學元件01-12-93第23期第34號第7050-56頁"軟性X光微影中之前端設計"論文中揭露一微影裝置，其使用EUV輻射，且其照射系統包含三枚面鏡及成像或投射系統包含四枚面鏡。

在EUV微影裝置中，其大問題在於以一相當高之強度照射基板，此問題之第一原因為所有EUV裝置皆有，即所用之面鏡明顯低於100%反射，各面鏡具有一多層式結構，其組成物係盡可能地適用於所用投射束之波長，此多層式結構之例子揭示於US-A 5,153,898號專利中。文獻中常提及之一多層式結構係由矽層與鉬層交錯組成之結構，以來自一電漿源之輻射而言，這些層在理論上皆具有73%至75%之反射，但是實施上之反射並不大於65%。當使用該七枚面鏡時，各有68%之反射，而僅由源放射之6.7%輻射到達基板。對於一微影裝置而言，此意指在實施上照射時間應較長，以利於一基板上取得所需量之輻射能量，以及掃描速度應較小，特別是用於一掃描裝置。惟，這些裝置重要的是掃描速度應盡量高且照射時間應盡量短，使得每單位時

五、發明說明(4)

間可照射之基板量即產量係盡量高，此可僅以一供給充分強度之EUV輻射源達成。

惟，使用一固體介質例如鐵之現有習知雷射電漿源皆具有一低EUV輻射輸出，特別是使用此型式源於微影裝置時所發生之第二問題為具有大速度之介質粒子可在介質之雷射束撞擊期間呈未控制式地釋放，這些粒子可吸收源空間內產生之EUV輻射及損害此空間內之面鏡。經由EUV輻射通過用之源空間壁面內之孔，該粒子亦可到達裝置之其他空間，而損害這些空間內之光學組件。

本發明之一目的在提供一種可達成一高效率極短波輻射之方法，且可排除EUV輻射中之上述問題，即相似於X光源之問題。就此而言，此方法之特徵在使用一介質，其在輻射方向中具有一凹形於至少欲輻射部之區域處。

由於雷射束係投射於介質之一凹形部上，自介質釋出且生成電漿之粒子即聚焦於一小區域中，結果一電漿可取得較高密度及較高溫度。由於電漿之EUV放射能量係取決於此密度及溫度，因此EUV輻射輸出將顯著增加。未到達電漿之排出介質粒子亦利用凹形介質之聚焦效應而聚集，因此其在具有破壞效應前較易於聚集這些粒子。

本發明方法之一第一實施例特徵在使用一帶狀介質，其備有若干凹坑。

藉由帶之進給通過源空間與雷射脈波同步，其可達成每次一雷射脈波投射於帶之一凹形部上，使得EUV產生過程可依一良好控制方式達成。

五、發明說明(5)

本發明方法之一第二實施例特徵在使用一帶狀介質，其在寬度方向彎折。

一凹形介質部隨後自動用於各雷射脈波。

本發明方法之一第三實施例特徵在使用一具有凹形截面之線狀介質。

線狀介質提供相關於輻射源真空技術內容之優點。

諸該實施例較佳為進一步特徵在使用一金屬介質。

多種金屬如鐵、碳及錫皆適於做為一介質。

一種改善聚集有害介質粒子之方法特徵在介質係隱埋於一輸送平行於空間中介質移動方向之稀有氣體至少一黏性流中。

由介質排送且未以濃密型式排放之粒子及由電漿排送之粒子係隨著稀有氣體流輸送至一不致造成損壞之空間中，使得真空或源空間仍透明於極短波輻射，且其足以防止該介質元素穿過設有照射系統與投射系統面鏡之裝置之其他空間。稀有氣體流係一黏性流，因此其施加一相當大之吸力於欲去除之物上，該流較佳為層狀流，使得含有介質元素之稀有氣體之回流可有效地抑制。

該方法較佳為特徵在稀有氣體之至少二黏性流係通過供尚未受輻射之一部分介質傳送之一部分真空空間。

藉由使用二或多種額外之稀有氣體流，稀有氣體之速度構形即可恢復，速度構形係由移動介質與稀有氣體之交互作用而干擾。

該方法較佳為進一步特徵在使用氦做為稀有氣體。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(6)

上述目的可由氦達成，氦係稀有氣體中最輕者且可吸收最少之極短波輻射。除了氦，例如亦可使用氫，其一方面可良好地排放介質元素，另一方面則比氦吸收多。

應注意的是，"軟性X光微影用之雷射電漿通量變數之特徵化與控制"論文中係解決金屬粒子造成之問題，文中提出以一壓力之氦填入源空間，一方面碰撞可防止源粒子移離源，另一方面則最小量之EUV輻射可由氦吸收。就此而言，氦需填入整個源空間，故需較多氦且吸收EUV輻射之危險係大於本發明之輻射源單元者。

此外，X光科技3-1992第133-151頁之"微影用高重覆率KrF雷射電漿X光源之性能理想化"論文中說明有多種吸收及污染性粒子會在使用一鐵棒做為電漿源介質時釋出。為了減少這些粒子之缺點，該論文提出使用一帶狀介質以替代棒狀，且使用一氦流，惟，以1毫巴壓力運作之此氦流係平行於雷射束，且用於防護在源空間中聚焦光束之透鏡。

本發明亦關於一種製造一裝置之方法，其中在一基板上最小細部之尺寸係小於0.25微米，該方法中裝置之不同層係藉由EUV輻射撞擊而在依序之步驟中製成，針對各層，首先基板上之一特定光罩圖案係塗覆以一輻射敏感性層，及隨後自光罩影像標記之區域去除材料或添加材料，此方法特徵在EUV輻射係藉由上述方法產生。

本發明亦關於一種極短波輻射源單元，包含：

- 一源空間，係在一第一側上連接於一真空泵浦；
- 一輸送裝置，係輸送一固體介質通過源空間；

五、發明說明(7)

- 一脈衝式高功率雷射，及

- 一光學系統，係將雷射供給之雷射束聚焦於供介質通過之源空間內一固定位置上，其特徵在操作時輸送裝置備有一介質，其在以雷射束方向及至少既定位置觀之係具有一凹形。

此輻射源單元之一第一實施例特徵在輸送裝置適可輸送一具有若干凹坑之帶狀介質，凹坑在以輸送方向觀之係呈前後設置。

此輻射源單元之一第二實施例特徵在輸送裝置適可輸送一在寬度方向彎折之帶狀介質，其凹側係面向雷射束。

此輻射源單元之一第三實施例特徵在輸送裝置適可輸送一凹線，其凹側係面向雷射束。

諸該實施例較佳為進一步特徵在介質由一金屬組成。

輻射源單元較佳為包含用於在電漿生成期間去除介質粒子之準備，具有此一準備之輻射源單元特徵在源空間係在一相對立於第一側之第二側上連接於一稀有氣體入口，以利於圍封介質之源空間內建立一稀有氣體黏性流，該流係平行於介質之移動方向。

具有額外準備之輻射源單元之一第一實施例，其中源空間係由一壁面圍封，該壁面具有多數孔以令雷射束進入及離開源空間，及令所生之極短波輻射離開源空間，其特徵在一管件係配置於源空間第二側上之源空間內，且平行於介質之移動方向，該管件連接於該入口，以建立稀有氣體之黏性流。

五、發明說明(8)

此實施例較佳為進一步特徵在一第二管件係配置平行於源空間內之第一管件，該第二管件連接於該入口，以建立平行於介質移動方向之稀有氣體之一第二黏性流。

具有額外準備之輻射源單元之一第二實施例，其特徵在源空間係由第一側上之一第一封閉部、第二側上之一第二封閉部、及一連通至周圍環境之中央部構成，其中第二源空間部之壁面係由一連接於該稀有氣體入口之管件構成，及其中管件之壁面與第一源空間部之壁面係在源空間之中央部區域具有此一形狀，使其構成一噴射件形狀。

因噴射件或噴射泵浦形狀造成之額外抽吸，可避免稀有氣體通過孔及昇高容置光學組件之裝置空間內之壓力。

具有額外準備之輻射源單元之一第三實施例，其特徵在源空間係由第一側上之一第一封閉部、第二側上之一第二封閉部、及一連通至周圍環境之中央部構成，其中第二源空間部之壁面係由一連接於該稀有氣體入口之環形管件構成，及其中管件之壁面與第一源空間部之壁面係在源空間之中央部區域具有此一形狀，使其構成一環形噴射件形狀。

相較於第二實施例，此實施例之優點在於做為噴射泵浦一部分之管件較窄，因此泵浦可令人滿意地操作，其亦可在雷射束焦點與介質通過處之間產生一些距離，特別是使用備有凹坑之帶做為介質時，一凹坑未受到雷射束撞擊之虞將較小。由於此凹坑中之雷射能量密度仍有限，因此富含能量之麻煩介質粒子之數量亦有限。

最後，本發明關於一種微影投射裝置，供成像一光罩圖

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

案於一備有一輻射敏感性層之基板上，該裝置包含一照射系統供照射光罩圖案，及一投射系統供成像所照射之光罩圖案於基板上，照射系統包含一EUV輻射源，照射系統之光學組件及投射系統者皆設於一真空空間內，其特徵在EUV輻射源係上述輻射源單元。

本發明之上述及其他內容可藉由參考文後之實施例得知。

圖式中：

圖1揭示使用本發明輻射源單元之一步進掃描式微影投射裝置第一實施例；

圖2揭示此一裝置之第二實施例；

圖3係可使用本發明之一EUV輻射源單元截面圖；

圖4a、4b揭示一電漿與所排出之介質粒子；

圖5揭示一部分欲輻射之帶狀介質；

圖6、7、8揭示此介質之不同實施例，及

圖9、10、11揭示使用一稀有氣體流之不同實施例。

圖1簡示一步進掃描式微影投射裝置1之實施例，其中可使用本發明之一EUV輻射源且以此執行本發明之方法。裝置包含一照射系統供照射一光罩MA，及一鏡面投射系統供成像一存在於光罩內之光罩圖型至一基板W上，例如一備有一EUV輻射敏感性光致抗蝕劑WR之半導體基板。圖1左側所示之照射系統10係以一習知方式設計，使得在光罩MA區處由系統供給之照射束IB具有環節形或長方形之截面，且具有一均勻之強度。例如照射系統包含三枚面鏡11、12、13，係在例如13毫微米波長時對EUV輻射做最大反

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(10)

射，因為其具有一多層式結構，例如矽層與鉬層交錯。光罩MA係配置於一光罩固定座MH內，光罩固定座構成一光罩平台MT之一部分，藉由此平台，光罩可在掃描方向SD及一垂直於圖面之第二方向中移動，使得光罩圖型之所有面積可出現在照射束IB構成之照射點下方。光罩平台及光罩固定座僅做簡示，其另可依不同方式建構。欲照射之基板W係配置於一由基板平台WT支承之基板固定座WH內，基板平台亦做為階台，此平台可在掃描方向SD移動基板，亦可在一垂直於圖面之方向中移動，基板平台例如係由一平台軸承ST支承。欲進一步詳述步進掃描式裝置，例如可參考WO 97/33204號PCT專利申請案(PHQ96004)。

欲將光罩圖型成像於基板上且縮小例如4x，一包含例如四枚面鏡21、22、23、24之面鏡投射系統20係配置於光罩與基板之間，為了簡明起見，面鏡即以平面鏡表示，但是實際上這些面鏡以及照射系統10者皆為凹面鏡及凸面鏡，且面鏡投射系統20係設計使所需之鮮明影像可以縮小例如4x取得，面鏡投射系統之設計並不構成本申請案之一部分。相似於照射系統之面鏡者，各面鏡21、22、23、24備有一多層式結構，即具有第一折射指數之第一層與具有第二折射指數之第二層交錯。

替代於四枚面鏡，面鏡投射系統另可包含不同數量之面鏡，例如三、五或六枚，大體上，影像之精確度將隨著面鏡數量之增多而變大，但是會有較多之輻射損失，因此，在影像品質與基板上之輻射強度之間需尋求一折衷方式，

五、發明說明(11)

該強度亦決定照射基板與可通過裝置之速度。具有四、五或六枚面鏡以用於微影裝置之面鏡投射系統已屬習知，例如六枚面鏡式系統即揭露於EP-A 0 779 528號案內。

由於EUV輻射係由空氣吸收，因此供此輻射傳播之空間需為一高度真空之空間，最少由輻射源至光罩之照射系統及由光罩至基板之投射系統二者需配置於真空密合空間內，如圖1中之外罩16所示。替代於容置在相同外罩內，照射系統及投射系統另可容置在分隔之外罩內。

光罩MA及基板W可呈並排，如圖2所示，以取代相互對立。在此圖式中，對應於圖1中之組件具有相同之參考編號或符號。照射系統之分隔面鏡並未揭示於圖2中，但是其構成代表照射系統之方塊10之一部分，藉此賦與照射束所需之形狀及均勻強度。圖2係一備有光罩圖型C之光罩平面圖及一備有基板區域之基板W平面圖，且光罩圖型C之一影像係製成於各區域上。光罩及基板分別包含二或多對準光罩M1、M2及P1、P2，係在光罩圖型投射前可相關於基板或分別相關於各基板區域而用於對準光罩圖型。為了確認光罩及基板之移動，微影投射裝置包含極精確之測量系統，較佳為干擾計系統IF1、IF2。

圖1、2參考編號2所指之方塊包含一EUV輻射源單元，其中EUV輻射係藉由以一高強度雷射光束輻射於一固體介質例如一金屬而產生。圖3係此一輻射源單元實施例之截面圖，此單元包含一輸送裝置30，係呈例如一供給捲軸31與一收緊捲軸32，供輸送例如一金屬帶33通過一真空之源空間

五、發明說明 (12)

34，此空間34係連接於一泵浦35，例如一具有 $1000\text{dm}^3/\text{sec}$ 功率之渦輪泵浦，空間34可藉此泵送至 10^{-4} 毫巴之真空。

輻射源單元進一步包含一高功率雷射40，例如一Nd-YAG雷射，其供給10 Hz頻率之脈波，且脈波周期8毫微秒與0.45焦耳之能量。雷射輻射之光學頻率可依習知方式倍增，以利取得530毫微米波長之雷射輻射。一準分子雷射例如一放射248毫微米波長之Kr-F雷射，其可替換地做為一雷射源。由雷射40放射之束41通過一窗孔43而進入源空間34之壁面，此束係由一以單一透鏡元件表示之透鏡系統42在一大致重合於帶33之雷射面向表面36之平面中之一位置46聚焦成一輻射點45。脈衝束42每次大致上聚焦於一瞬間出現於位置46之一部分帶上，輻射點45具有一例如10微米直徑，由於在帶上撞擊處例如 $10^{21}\text{W}/\text{m}^3$ 之雷射束極高能量密度之結果，此區域係一部分爆炸而使材料如金屬粒子排出帶外，排出之粒子即構成電漿，如圖4a、4b所示。

諸圖式中，參考編號36係指帶33之撞擊表面而參考編號41係指雷射束，電漿由參考編號47表示，此電漿達到一相當於數十eV能量之溫度。隨後EUV輻射產生數毫微米至數十毫微米範圍之波長，所生輻射之波長係取決於若干製程變數，例如帶33之材質。圖4a說明雷射束已撞擊於帶上一區域後之狀態，此刻，富含能量之離子51及原子52係自電漿排出。片刻之後，熱金屬片53或金屬粒子群即蒸發，如圖4b所示。有關於EUV輻射生成中之進一步粒子狀態，請

五、發明說明 (13)

參閱上述論文："軟性X光微影用之雷射電漿通量變數之特徵化與控制"。

依本發明所示，指帶33之表面36備有凹坑37，諸凹坑之寬度係例如大致等於圖5所示帶之區域處之雷射束截面，此圖中之截面揭示含有一凹坑之帶33之一小部分。如圖5所示，帶可具有一固定之小厚度，且凹坑係由帶之一當處突起構成。凹坑另可具有一在較厚帶中之當處凹部形狀，凹坑可呈筒形或球形。

由於受到輻射之帶之當處表面形狀，此處生成之電漿即集中於一小體積內，因此電漿係比使用一平坦帶做為電漿成型介質時具有較高密度及溫度，放射之EUV輻射則具有比習知EUV金屬電漿輻射源高之強度。

除了高強度增益外，使用具有凹坑之帶做為電漿成型介質可提供另一項連不亨一要之優點，由於凹坑之結構，離子39、原子41及金屬件42亦可集中，即這些粒子排放之空間角度顯著減小，此提供了利用空間內之一粒子收集器或貯器48將這些粒子收集於源空間內之可行性。帶36可由多種金屬組成，例如鐵、錫、或碳，除了金屬，另一固體材料亦可做為介質，此材料之要求為其應在以一高功率雷射束撞擊時生成EUV放射電漿，且可成為一適於輸送通過源空間之形狀。

關於介質之形狀，其可有多種可行性，如圖6、7、8所示，圖6係在雷射束方向中之備有凹坑37之上述條或帶33之正視圖。當使用此型帶時，輻射源單元中可有額外提供

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(14)

，以確定一雷射脈波每次撞擊於一凹坑上。如圖3所示，輸送裝置可利用一含有顯示元件之電子電路50而同步於雷射驅動器，因此一雷射脈波即在一凹坑37到達位置46之瞬間生成。

圖7係一彎帶狀介質55之立體圖，其輸送通過源空間而使凹側56面向雷射，此介質實施例提供之優點為每一雷射脈波自動撞擊於所需凹形之一帶段上。

此亦應用於圖8之介質，此介質具有一凹線57形狀，當輸送通過源空間34時，其凹表面58需面向雷射束。

此空間之壁面備有一或多枚孔(圖中未示)，供所生之EUV輻射由此離開，用於聚集、集中及導引所生EUV輻射之一或多枚面鏡49可配置於此空間內。另者，諸此面鏡可配置於此空間外，以集中及導引自此空間離開之EUV輻射，所需面鏡數係取決於需聚集與使用以及由電漿在所有方向中放射之EUV輻射百分比。

在上述之輻射源單元中，其問題發生於源空間34內之金屬元素51、52、53吸收經由EUV輻射通過用孔而到達裝置內其他空間之EUV輻射，這些粒子會損壞諸空間內配置之面鏡，此在一微影投射裝置內尤為一重要問題，因為面鏡減少反射即減少輻射到達光罩及基板，故其直接影響到此一裝置之一重要性能變數，亦即基板之照射率。

此問題可藉由在平行於介質33移動方向中，令一稀有氣體流過源空間而消除或至少充分地減低。

圖9揭示所達成一輻射源單元之第一實施例，在此圖式中

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

，對應於圖3中之組件具有相同之參考編號，再者，對於本發明並非重要之輻射源單元之組件不再揭示於此後之圖式中。圖9中，參考編號61係指一源空間60之壁面，其具有例如一筒形，且其可供固體介質33移過，此壁面備有例如2.5毫米直徑之窄孔63，藉此使脈動之雷射束41可進入空間60。所生之EUV輻射例如可經過此孔或其他孔(圖中未示)離開源空間60，及進入一空間65，在此空間中僅做簡示，且其利用圖3參考編號35所指之真空泵浦而保持一例如 10^{-4} 毫巴之高真空度，EUV輻射係經由照射系統之面鏡以導向光罩。空間65亦可填充一稀有氣體，例如氦，或以 10^{-1} 毫巴之低壓填充氬氣。

一稀有氣體流77、78，例如氦，係導送入源空間60，使氦流平行於帶33之移動方向，就此而言，源空間具有一管70以連通於一例如呈槽櫃73狀之氦出口，此管具有例如5毫米直徑。一真空泵浦75連接於源空間，以確使一連續性之氦流得以維持且源空間內之氦壓力將不超過例如 10^{-1} 毫巴，在此低壓下即不致吸收所生之EUV輻射。帶33目前封包於一具有充分吸力之管狀黏性氦流中，結果，介質粒子仍留在氦柱內且隨著氦流輸送出源空間。管70可確使氦流呈層狀，因此氬氣及其內存之介質粒子皆無法回流。

由於帶33與氦流之交互作用，所需氦流之流動構形即受到擾亂，為避免於此，一連接於氦槽櫃73之第二管71較佳為配置於源空間60內，因而建立一與第一流77相同軸向之第二氦流78，流動構形可藉由第二流而再次恢復。

五、發明說明(16)

除了氦，另一稀有氣體亦可用於自源空間排放水蒸氣及多餘之水滴，另一氣體實例為氫，其分子大於氦者，故一氫流具有較佳於氦之吸力。惟，氫之吸收量大於氦，在氣體之選擇上需在最小吸收性與最大吸力之間達成折衷。

圖10係本發明輻射源單元第二實施例一部分之截面圖，此實施例不同於圖9者之處在於源空間60具有例如5毫米之較小直徑，且由三組件組成，即底部由一壁面81圍繞，而頂部由圍繞於供給稀有氣體用入口管33之管88之壁面82封閉。位於雷射束41輻射路徑區之源空間之中央部85連通於周圍環境，在此中央部區域處，壁面81、82係略為向外彎，以取得一俗稱排出件之結構或形狀。真空泵浦75及其在源空間之中央部區域處之特定壁面形狀係操作為一俗稱之排出泵浦或噴射泵浦，此一泵浦可防止氦或其他粒子洩漏至源空間之周圍環境，因為其亦吸取此周圍環境中可能存在之介質且將之去除。源空間60之開放式中央部85僅需具有此一高度，使收斂性之雷射束41可以無阻礙地進入源空間。

氦氣或另一稀有氣體係自管33與壁面82之間之一氦氣入口73供給，此氦氣係以層流型式由真空泵浦75抽吸向下，且伴隨著介質粒子。由於源空間之噴射泵浦結構，可防止介質粒子移入於及氦氣損耗於高真空度之空間65，其程度較強烈於圖9實施例中之情形，依此，空間65中之氦氣壓力可進一步降低。

為了可操作如同噴射泵浦，源空間60之直形部需具有

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

例如5毫米之較小直徑，雷射束則需大致聚焦於電漿成型介質通過位置，其存在一較大風險為，相較於雷射束聚焦於離該位置一段距離處且此光束在此位置具有一較大直徑之情形時，光束輻射未撞擊於此介質中之一要求之凹坑上。再者，當將雷射束聚焦於該位置上時，雷射輻射即在該位置具有一大能量密度。

此問題係由圖11所示之實施例消除，此實施例亦包含一噴射泵浦，惟，入口管90現在具有一環形截面且例如1毫米之環寬度係相當小於其例如10毫米之內徑。壁面部92及壁面81之頂部再次構成一排出件結構，透過管90而供給之氣幕可確使介質粒子仍受積留及排放。噴射泵浦之結構可使氣幕以較大速度向下移，及防止稀有氣體粒子漏入高真空度之空間65內。由於噴射管具有一環形截面，源空間60可具有較大直徑，因此雷射束可聚焦於離水滴通過位置一段距離處，使得錯過水滴之危險性較小，圖11之實施例即結合圖10實施例與圖9實施例二者之優點。

關於噴射泵浦之理論背景與詳細內容，請參考1997年中國機械工程學會期刊第18期第2冊第1113-125頁之"環形噴射擴散噴射件之出口流性質"論文中。

EUV輻射源不僅可用於微影投射裝置中，亦可用於具有極高解析力之顯微鏡中，此一顯微鏡中之EUV輻射之輻射路徑需呈高真空度，為了避免真空受到輻射源侵襲及受到光學組件污染，本發明及其多項實施例可有最大使用優點。

緣是，應注意的是EUV輻射亦習稱為軟性X光輻射，因為

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (18)

其波長接近於1毫微米以下波長之實際X光輻射。另應注意的是以上述輻射源產生之輻射波長本身係取決於所用之介質，針對產生相似輻射源之X光輻射而言，其亦具有產生EUV輻射上之相似問題。基於此原因，本發明亦極有利於使用在X光源，且本發明亦相關於諸源及裝置，例如一X光顯微鏡或一X光分析裝置，因此，極短波輻射之申請專利範圍中之使用方式即可以瞭解為EUV輻射及X光輻射。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：產生極短波輻射的方法，藉由該輻射製造一裝置的方法、極短波輻射源單元及備有此一輻射源單元的微影投射裝置)

本發明揭露一種產生 EUV 輻射之方法，其包含以下步驟：

- 輸送一固體介質 (33) 通過一源空間 (34) 且源空間連接於一真空泵浦 (35)，及
- 以一聚焦於一部分 (37) 該介質上之強烈脈衝式雷射束 (41) 輻射於該部分介質，因而產生一電漿 (47) 以放射 EUV 輻射。

爲了增加 EUV 輻射之強度及改善聚集介質所釋放粒子 (51, 52, 53) 之可行性，至少欲輻射之介質部分 (37) 具有一凹形，該方法可藉由隱埋介質於一稀有氣體流中而改善。

本發明亦揭露一種執行該方法之 EUV 輻射源單元，及該方法在製造如 IC 裝置中之應用，及在一微影投射裝置中之應用。

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD OF GENERATING EXTREMELY SHORT-WAVE RADIATION, METHOD OF MANUFACTURING A DEVICE BY MEANS OF SAID RADIATION, EXTREMELY SHORT-WAVE RADIATION SOURCE UNIT AND LITHOGRAPHIC PROJECTION APPARATUS PROVIDED WITH SUCH A RADIATION SOURCE UNIT)

A method of generating EUV radiation is described, comprising the steps of:

- transporting a solid medium (33) through a source space (34) connected to a vacuum pump (35), and
- irradiating a portion (37) of the medium with an intense, pulsed, laser beam (41) focused on said portion of the medium, thus creating a plasma (47) which emits EUV radiation.

To increase the intensity of the EUV radiation and improve the possibility to collect particles (51, 52, 53) released from the medium, at least the medium portions (37) to be irradiated have a concave shape. The method can be improved by embedding the medium in a flow of rare gas.

Also described are a EUV radiation source unit for realizing the method and the application of the method in the manufacture of devices such as IC devices, and in a lithographic projection apparatus.

六、申請專利範圍

1. 一種產生極短波輻射之方法，其中一固體介質係輸送通過一真空空間，且每次真空空間內一部分介質係以一脈衝及聚焦式富能量雷射束輻射，該部分之介質轉變成一電漿以放射極短波輻射，其特徵在使用一介質，其在輻射方向中具有一凹形於至少欲輻射部之區域處。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其特徵在使用一帶狀介質，其備有若干凹坑。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其特徵在使用一帶狀介質，其在寬度方向彎折。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其特徵在使用一具有凹形截面之線狀介質。
5. 如申請專利範圍第1、2、3或4項之方法，其特徵在使用一金屬介質。
6. 如申請專利範圍第1、2、3或4項之方法，其特徵在介質係隱埋於一輸送平行於空間中介質移動方向之稀有氣體至少一黏性流中。
7. 如申請專利範圍第6項之方法，其特徵在稀有氣體之至少二黏性流係通過供尚未受輻射之一部分介質傳送之一部分真空空間。
8. 如申請專利範圍第6項之方法，其特徵在氬氣係使用為一稀有氣體。
9. 如申請專利範圍第7項之方法，其特徵在氬氣係使用為一稀有氣體。
10. 一種製造具有顯示出一表面及層圖案於一基板上之裝

六、申請專利範圍

置之微影蝕刻方法，該裝置具有比 $0.25\mu\text{m}$ 小之最小尺寸，在該方法中，藉由EUV照射之第一成像於連續步驟中圖案化該裝置之不同層，對應於該所需裝置層圖案之一特定面罩圖案位於塗有一照射敏感層之該基板上以及隨後從由該面罩影像所界定對之圖案區域移除物質或將物質填加至該圖案區域上，其特徵在於：EUV照射係藉由申請專利範圍第1，2，3或4項之方法所產生。

11. 一種極短波輻射源單元，包含：

- 一源空間，係在一第一側上連接於一真空泵浦；
- 一輸送裝置，係輸送一固體介質通過源空間；
- 一脈衝式高功率雷射，及
- 一光學系統，係將雷射供給之雷射束聚焦於供介質通過之源空間內一固定位置上，其特徵在操作時輸送裝置備有一介質，其在以雷射束方向及至少既定位置觀之係具有一凹形。

12. 如申請專利範圍第11項之極短波輻射源單元，其特徵在輸送裝置適可輸送一具有若干凹坑之帶狀介質，凹坑在以輸送方向觀之係呈前後設置。

13. 如申請專利範圍第11項之極短波輻射源單元，其特徵在輸送裝置適可輸送一在寬度方向彎折之帶狀介質，其凹側係面向雷射束。

14. 如申請專利範圍第11項之極短波輻射源單元，其特徵在輸送裝置適可輸送一凹線，其凹側係面向雷射束。

六、申請專利範圍

15. 如申請專利範圍第11項之極短波輻射源單元，其特徵在介質由一金屬組成。
16. 如申請專利範圍第11項之極短波輻射源單元，其特徵在源空間係在一相對立於第一側之第二側上連接於一稀有氣體入口，以利於圍封介質之源空間內建立一稀有氣體黏性流，該流係平行於介質之移動方向。
17. 如申請專利範圍第16項之極短波輻射源單元，其中源空間係由一壁面圍封，該壁面具有多數孔以令雷射束進入及離開源空間，及令所生之極短波輻射離開源空間，其特徵在一管件係配置於源空間第二側上之源空間內，且平行於介質之移動方向，該管件連接於該入口，以建立稀有氣體之黏性流。
18. 如申請專利範圍第17項之極短波輻射源單元，其特徵在一第二管件係配置平行於源空間內之第一管件，該第二管件連接於該入口，以建立平行於介質移動方向之稀有氣體之一第二黏性流。
19. 如申請專利範圍第16項之極短波輻射源單元，其特徵在源空間係由第一側上之一第一封閉部、第二側上之一第二封閉部、及一連通至周圍環境之中央部構成，其中第二源空間部之壁面係由一連接於該稀有氣體入口之管件構成，及其中管件之壁面與第一源空間部之壁面係在源空間之中央部區域具有此一形狀，使其構成一噴射件形狀。
20. 如申請專利範圍第16項之極短波輻射源單元，其特徵在

六、申請專利範圍

源空間係由第一側上之一第一封閉部、第二側上之一第二封閉部、及一連通至周圍環境之中央部構成，其中第二源空間部之壁面係由一連接於該稀有氣體入口之環形管件構成，及其中管件之壁面與第一源空間部之壁面係在源空間之中央部區域具有此一形狀，使其構成一環形噴射件形狀。

21. 一種微影投射裝置，供成像一光罩圖案於一備有一輻射敏感性層之基板上，該裝置包含一照射系統供照射光罩圖案，及一投射系統供成像所照射之光罩圖案於基板上，照射系統包含一EUV輻射源，而照射系統之光學組件及投射系統者皆設於一真空空間內，其特徵在EUV輻射源係如申請專利範圍第11，12，13，14，15，16，17，18，19或20項之輻射源單元。

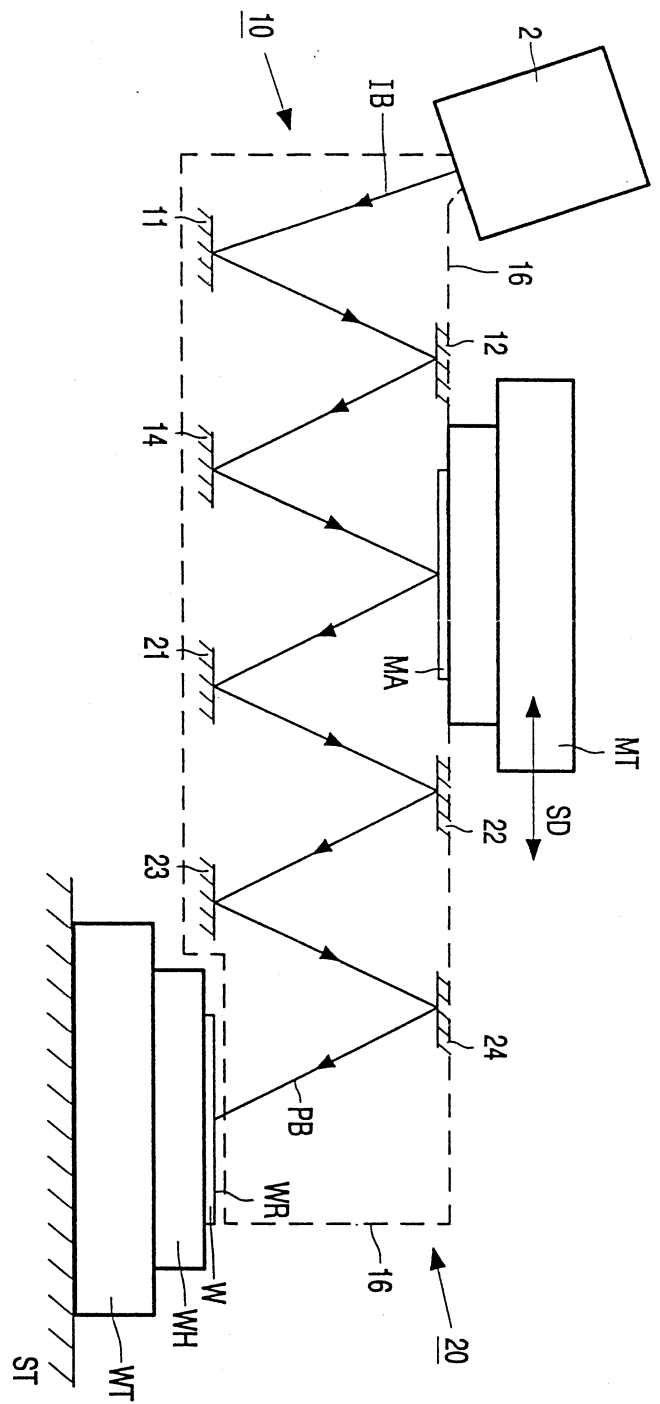


圖 1

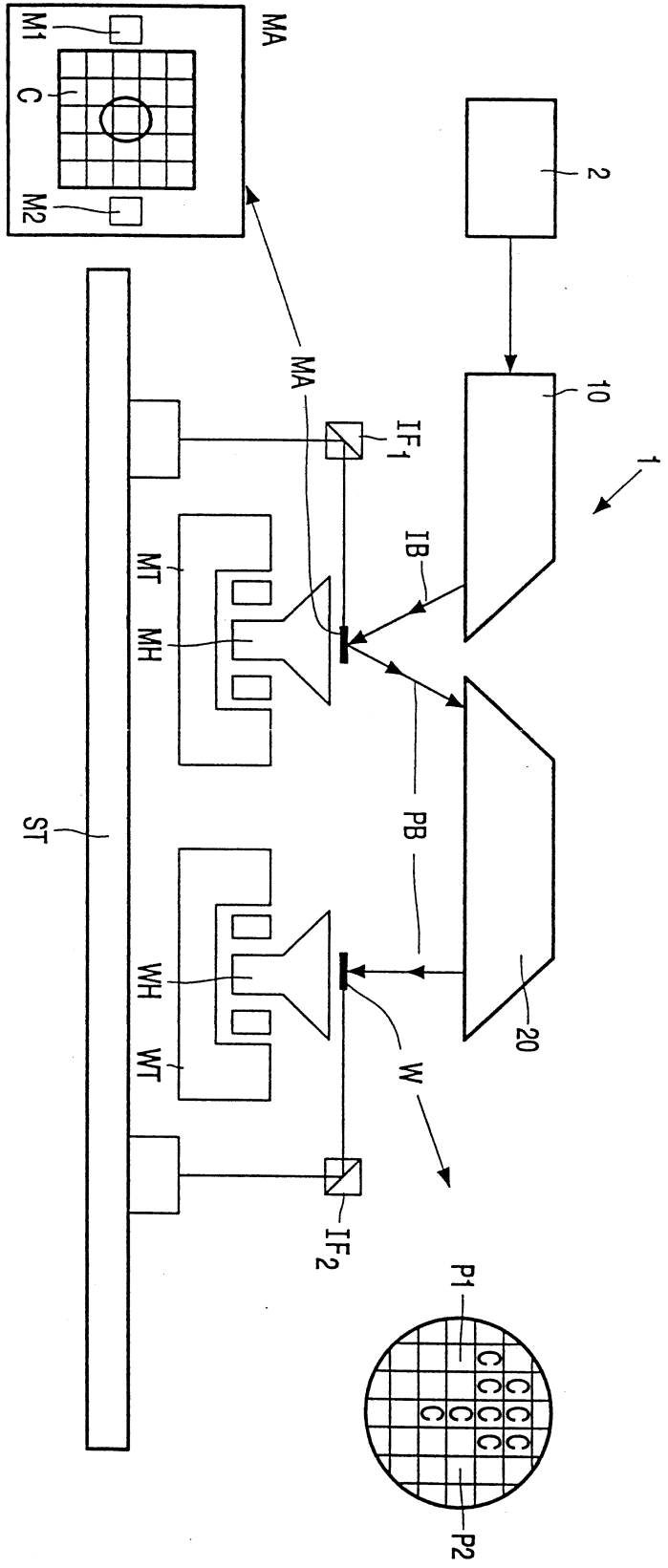


圖 2

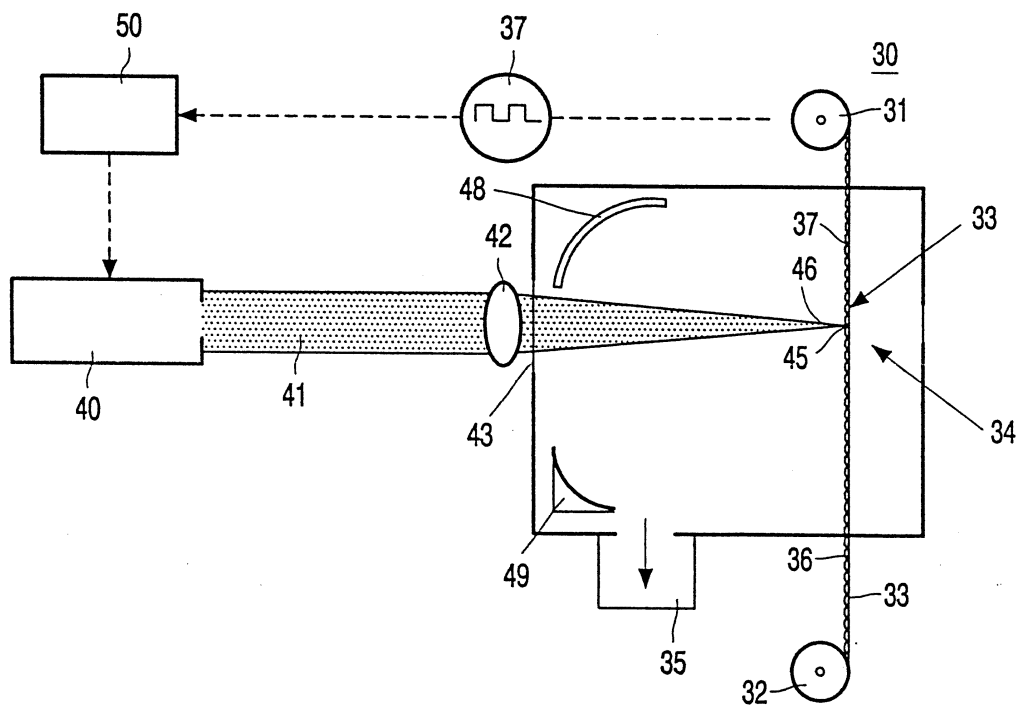


圖 3

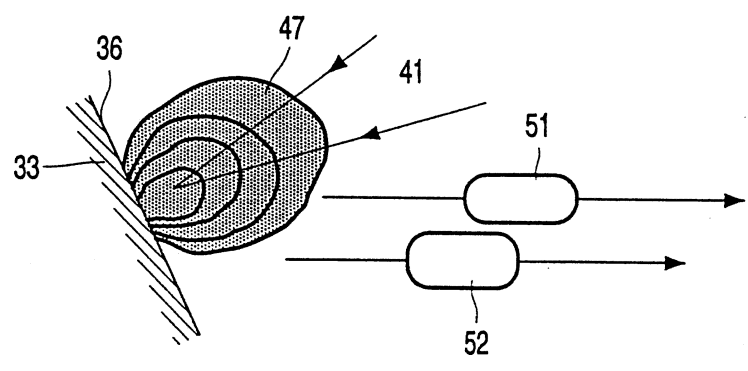


圖 4a

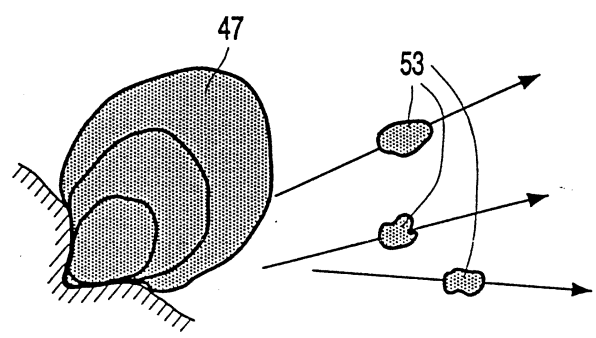


圖 4b

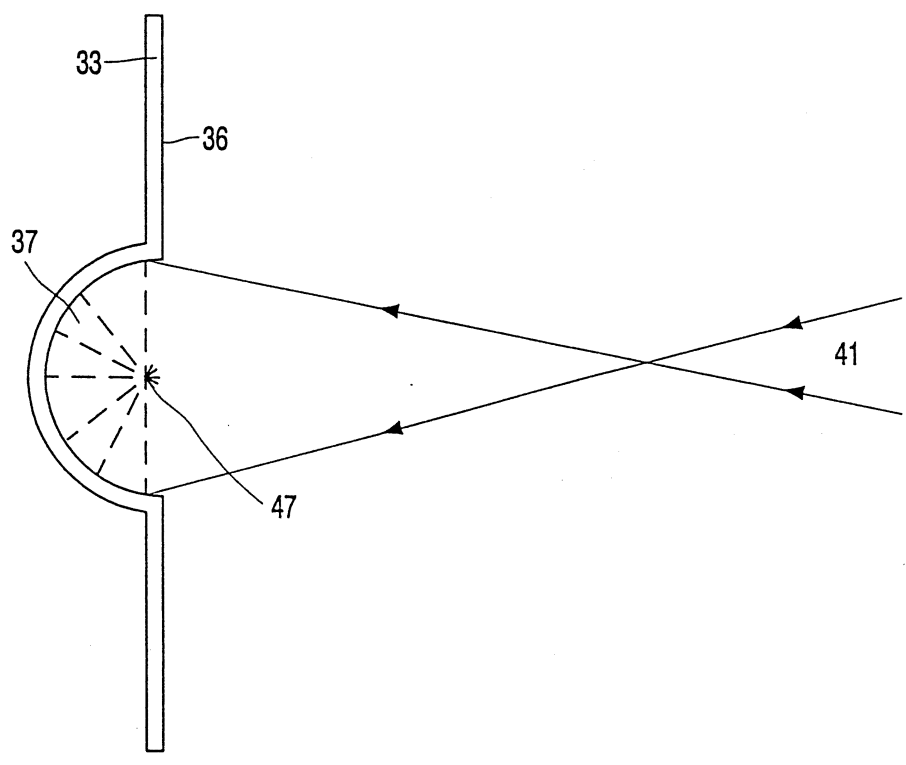


圖 5

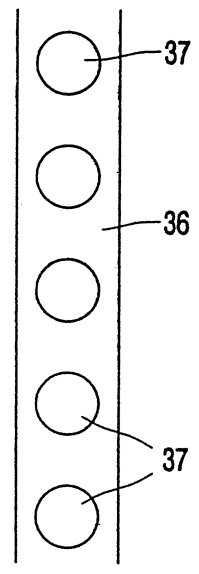


圖 6

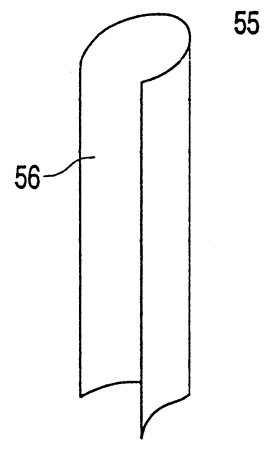


圖 7

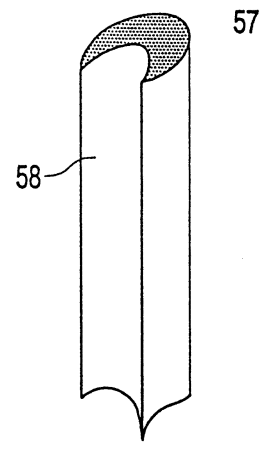


圖 8

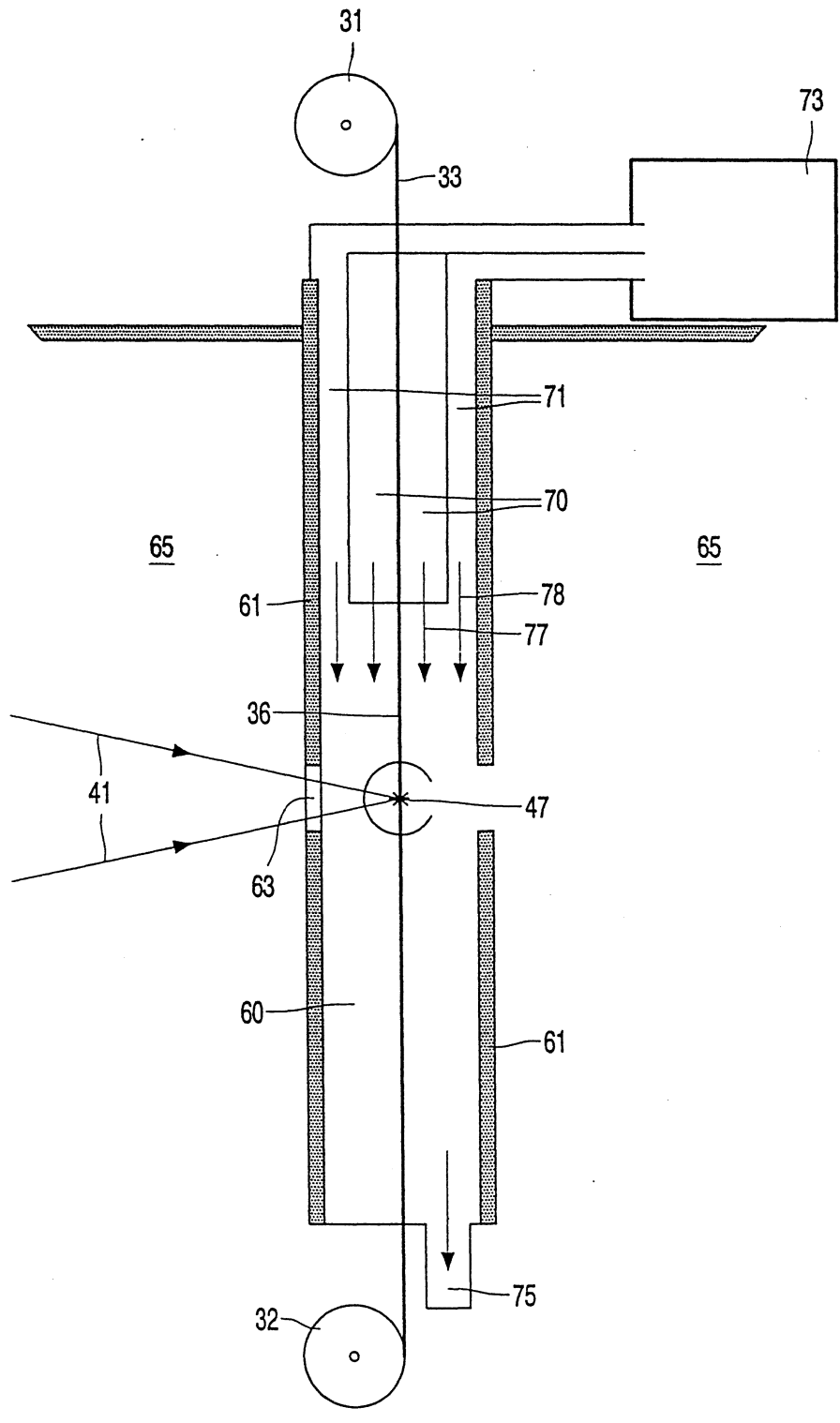


圖 9

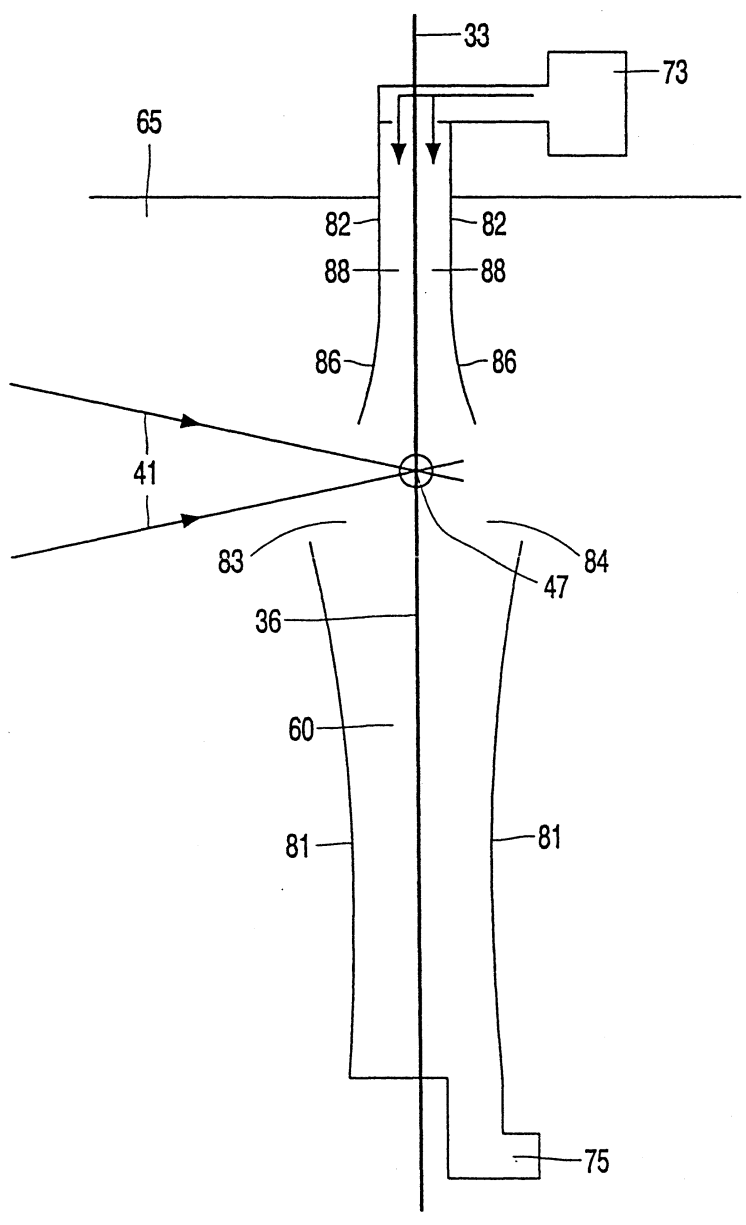


圖 10

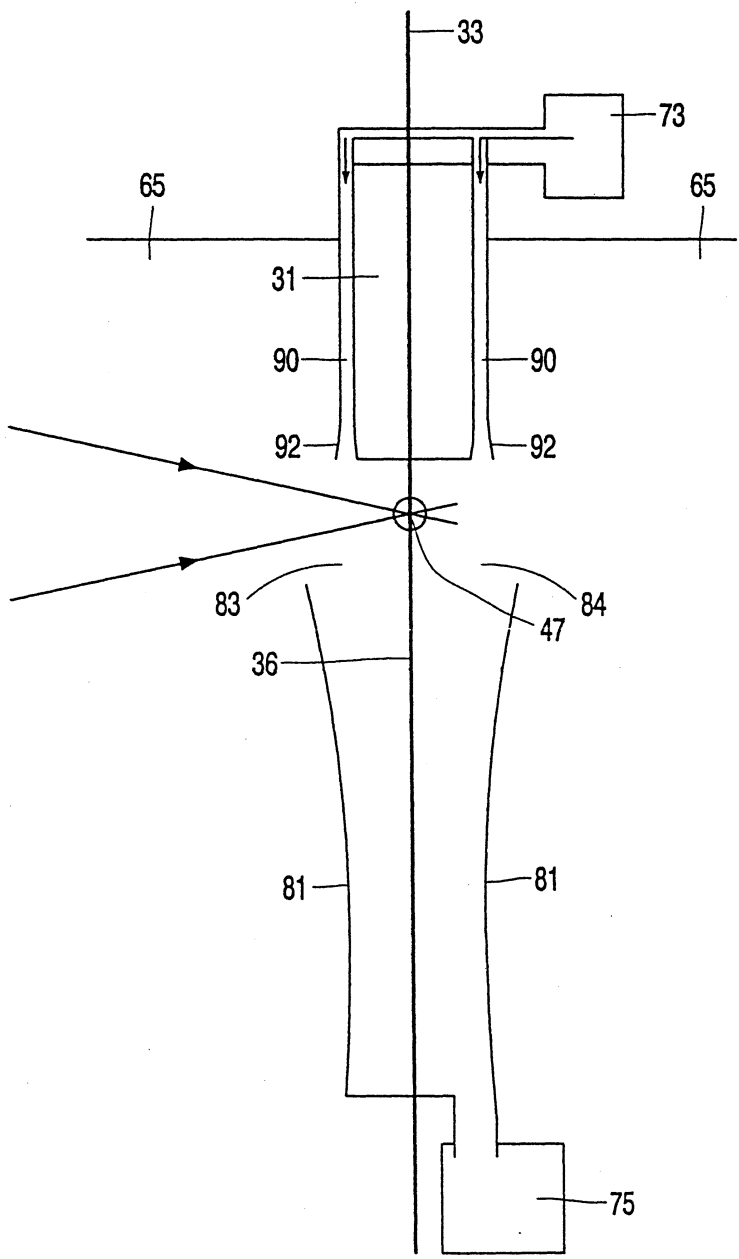


圖 11