



(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 I856281 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：110147827

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 12 月 21 日

(51)Int. Cl. : **G03F7/20 (2006.01)** **H01S3/097 (2006.01)**
H01S3/0975 (2006.01) **H01S3/10 (2006.01)**
H01S3/134 (2006.01) **H01S3/225 (2006.01)**
H01S3/23 (2006.01)

(30)優先權：2020/12/22 美國 63/129,369

(71)申請人：美商希瑪有限責任公司(美國) CYMER, LLC (US)
美國(72)發明人：尤昌琦 YOU, CHANGQI (CN)；米契爾 保羅 克里斯多福 MELCHER, PAUL
CHRISTOPHER (US)；王昱達 WANG, YUDA (CN)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

CN 101160698A

US 2005/031004A1

審查人員：劉漢胤

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：10 共 60 頁

(54)名稱

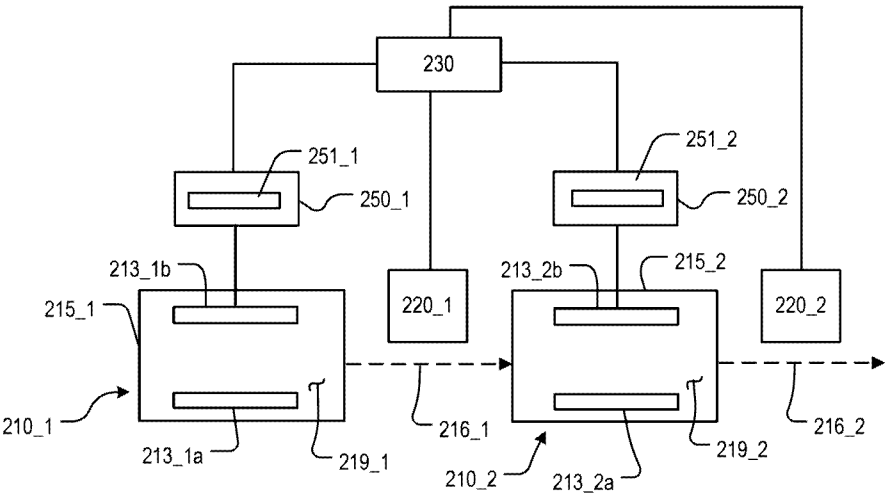
光學系統、控制系統、及用於光學系統之操作方法

(57)摘要

基於包括一雷射系統之一光學系統之一或多個操作特性來判定一電量之一或多個性質；藉由提供該電量給磁耦合至一磁開關網路之一磁芯之一線圈來調整該磁芯之一阻抗；及在調整該磁芯之該阻抗之後，產生一光脈衝。產生該光脈衝包括：使該磁芯飽和，使得提供一電脈衝給該雷射系統之一激發機構。

One or more properties of an electrical quantity are determined based on one or more operating characteristics of an optical system that includes a laser system; an impedance of a magnetic core of a magnetic switching network is adjusted by providing the electrical quantity to a coil that is magnetically coupled to the magnetic core; and after adjusting the impedance of the magnetic core, a pulse of light is produced. Producing the pulse of light includes: saturating the magnetic core such that an electrical pulse is provided to an excitation mechanism of the laser system.

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

- 200:系統
- 210_1:兩級雷射系統
- 210_2:兩級雷射系統
- 213_1a:電極
- 213_2a:電極
- 213_1b:電極
- 213_2b:電極
- 215_1:第一放電腔室
- 215_2:第二放電腔室
- 216_1:脈衝種子光束/種子光束
- 216_2:經放大脈衝光束/輸出光束/經放大光束
- 219_1:氣態增益介質
- 219_2:氣態增益介質
- 220_1:監測模組
- 220_2:監測模組
- 230:命令模組
- 250_1:開關網路
- 250_2:開關網路
- 251_1:磁芯
- 251_2:磁芯



I856281

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光學系統、控制系統、及用於光學系統之操作方法

【英文發明名稱】

OPTICAL SYSTEM, CONTROL SYSTEM, AND OPERATION
METHOD FOR AN OPTICAL SYSTEM

【中文】

基於包括一雷射系統之一光學系統之一或多個操作特性來判定一電量之一或多個性質；藉由提供該電量給磁耦合至一磁開關網路之一磁芯之一線圈來調整該磁芯之一阻抗；及在調整該磁芯之該阻抗之後，產生一光脈衝。產生該光脈衝包括：使該磁芯飽和，使得提供一電脈衝給該雷射系統之一激發機構。

【英文】

One or more properties of an electrical quantity are determined based on one or more operating characteristics of an optical system that includes a laser system; an impedance of a magnetic core of a magnetic switching network is adjusted by providing the electrical quantity to a coil that is magnetically coupled to the magnetic core; and after adjusting the impedance of the magnetic core, a pulse of light is produced. Producing the pulse of light includes: saturating the magnetic core such that an electrical pulse is provided to an excitation mechanism of the laser system.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

200: 系統

210_1: 兩級雷射系統

210_2: 兩級雷射系統

213_1a: 電極

213_2a: 電極

213_1b: 電極

213_2b: 電極

215_1: 第一放電腔室

215_2: 第二放電腔室

216_1: 脈衝種子光束/種子光束

216_2: 經放大脈衝光束/輸出光束/經放大光束

219_1: 氣態增益介質

219_2: 氣態增益介質

220_1: 監測模組

220_2: 監測模組

230: 命令模組

250_1: 開關網路

250_2: 開關網路

251_1: 磁芯

251_2: 磁芯

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光學系統、控制系統、及用於光學系統之操作方法

【英文發明名稱】

OPTICAL SYSTEM, CONTROL SYSTEM, AND OPERATION
METHOD FOR AN OPTICAL SYSTEM

【技術領域】

【0001】本揭示內容涉及用於光學系統之具有阻抗控制的磁開關。舉例而言，光學系統可為或包括準分子雷射且可產生深紫外線(DUV)光。

【先前技術】

【0002】光微影為藉以將半導體電路系統圖案化在諸如矽晶圓的基板上的程序。光微影光源(optical source或light source)提供用於使晶圓上之光阻劑曝光的深紫外線(DUV)光。用於光微影的一種類型的氣體放電光源被稱為準分子光源或雷射。準分子光源通常使用一或多個惰性氣體(諸如氬、氦或氙)與反應性氣體(諸如氟或氯)的組合。準分子光源得名於以下事實：在電刺激(所供應能量)及(氣體混合物的)高壓的適當條件下，產生稱為準分子的偽分子，其僅以通電狀態存在，並產生在紫外線範圍內之放大光。準分子光源產生波長在深紫外線(DUV)範圍內之光束，且此光束用於在光微影裝置中對半導體基板(或晶圓)進行圖案化。準分子光源可使用單個氣體放電腔室或使用複數個氣體放電腔室來構建。

【發明內容】

【0003】在一個態樣中，一種系統包括：第一光學子系統，其經組態以產生脈衝種子光束，該第一光學子系統包括：第一腔室，其經組態以

容納第一氣態增益介質；及第一激發機構，其位於第一腔室中；第二光學子系統，其經組態以基於脈衝種子光束產生脈衝輸出光束，第二光學子系統包括：第二腔室，其經組態以容納第二氣態增益介質；及第二激發機構，其位於第二腔室中；第一磁開關網路，其經組態以啟動第一激發機構，其中啟動第一激發機構致使第一光學子系統產生脈衝種子光束之脈衝；第二磁開關網路，其經組態以啟動第二激發機構，其中啟動第二激發機構致使第二光學子系統產生脈衝輸出光束之脈衝；及控制器，其經組態以：基於第一指示調整第一磁開關網路中之一或多個磁芯之阻抗，第一指示包括第一光學子系統及第一磁開關網路中之一或多者之一或多個操作特性的指示；及基於第二指示調整第二磁開關網路中之一或多個磁芯之阻抗，第二指示包括第二光學子系統及第二磁開關網路中之一或多者之一或多個操作特性的指示。

【0004】實施方案可包括以下特徵中之一或多者。

【0005】控制器可經組態以在啟動第一激發機構之前調整第一磁開關網路中之一或多個磁芯之阻抗，且控制器可經組態以在啟動第二激發機構之前調整第二磁開關網路中之一或多個飽和磁芯之阻抗。

【0006】第一磁開關網路可包括：第一換向器模組，其包括第一飽和電抗器及第一磁芯；及第一壓縮模組，其包括第二飽和電抗器及第二磁芯；第二磁開關網路可包括：第二換向器模組，其包括第三飽和電抗器及第三磁芯；及第二壓縮模組，其包括第四飽和電抗器及第四磁芯；且控制器可經組態以：基於一或多個操作特性之第一指示調整第一磁芯及第二磁芯之阻抗；及基於一或多個操作特性之第二指示調整第三磁芯及第四磁芯之阻抗。

【0007】控制器可經組態以藉由提供電流給一或多個線圈來調整第一磁開關網路之一或多個磁芯之阻抗，一或多個線圈中之每一者磁耦合至第一磁開關網路之一或多個磁芯中之一者，且電流之一或多個性質基於第一指示。控制器可經組態以藉由提供電流給一或多個線圈來調整第二磁開關網路之一或多個磁芯之阻抗，一或多個線圈中之每一者磁耦合至第二磁開關網路之一或多個磁芯中之一者，且電流之一或多個性質基於第二指示。電流之一或多個性質可包括電流之振幅。

【0008】第一光學腔室可包括加壓增益介質且第一激發機構可包括兩個電極。第一光學腔室之操作特性可包括以下中之一或多者：施加至第一光學腔室中之電極中之至少一者之電壓脈衝之量值；由第一光學腔室產生之脈衝光束之重複率；及第一光學腔室中之增益介質之壓力。第一磁開關網路之操作特性可包括第一磁開關網路中之磁芯中之一或多者之溫度。第二光學腔室可包括加壓增益介質且第二激發機構可包括兩個電極。第二光學腔室之操作特性可包括：以下中之一或多者：施加至第二光學腔室中之電極中之至少一者之電壓脈衝之量值；由第二光學腔室產生之脈衝光束之重複率；及第二光學腔室中之增益介質之壓力。第二磁開關網路之操作特性可包括第一磁開關網路之磁芯中之一或多者之溫度。

【0009】第一光學子系統可包括主振盪器，且第二光學子系統可包括功率放大器。

【0010】脈衝種子光束及脈衝輸出光束可皆包括在深紫外線(DUV)範圍內之一或多個波長。第一氣態增益介質可包括氟化氬(ArF)、氟化氪(KrF)或氟化氙(XeCl)；且第二氣態增益介質可包括氟化氬(ArF)、氟化氪(KrF)或氟化氙(XeCl)。

【0011】該系統可進一步包括：第一監測模組，其經組態以量測第一光源之一或多個操作特性，並向控制器提供第一光學系統之一或多個操作特性之指示；及第二監測模組，其經組態以量測第二光源之一或多個操作特性，並向控制器提供第二光學系統之一或多個操作特性之指示。

【0012】在另一態樣中，控制器包括：監測模組，其經組態以存取光學系統之一或多個操作特性，該光學系統包括光源及磁開關網路；且控制器亦包括命令模組，該命令模組經組態以控制電源供應器以提供電量給磁耦合至磁開關網路之電網路。磁開關網路經組態以向光源提供激發脈衝，電量使磁開關網路之磁芯處於非飽和或反向飽和狀態，且電量之一或多個性質基於光學系統之一或多個操作特性。

【0013】實施方案可包括以下特徵中之一或多者。

【0014】光學系統之一或多個操作特性可包括以下各項中之任一者：提供給光源之激發電壓之量值、由光源產生之脈衝光束之重複率、磁芯之溫度及光源中之氣態增益介質之壓力。電量之一或多個性質可包括振幅及持續時間。

【0015】電量可包括電壓或電流。電量可包括直流(DC)電流，且DC電流之振幅可基於光學系統之一或多個操作特性。命令模組可進一步經組態以基於光學系統之一或多個操作特性來判定命令信號，且基於命令信號來控制電源供應器。電量之一或多個性質可包括振幅及持續時間，振幅可具有取決於操作特性中之一或多者的值，且持續時間可具有取決於操作特性中之一或多者的值。

【0016】控制器可在由光學系統產生之脈衝光束中之複數個脈衝中之每一脈衝之後控制電源供應器，使得磁開關之磁芯在產生複數個脈衝中

之每一者之後處於非飽和或反向飽和狀態。複數個脈衝可為脈衝叢發中之連續脈衝。複數個脈衝可包括第一脈衝叢發中之第一脈衝及第二脈衝叢發中之第二脈衝。電量之一個性質可具有在複數個脈衝中之第一者脈衝之後使磁芯處於非飽和或反向飽和狀態的第一值及在複數個脈衝中之第二者之後使磁芯處於非飽和或反向飽和狀態的第二值，第一值不同於第二值。

【0017】在另一態樣中，一種方法包括：基於包括雷射系統之光學系統之一或多個操作特性來判定電量之一或多個性質；藉由提供電量給磁耦合至磁開關網路之磁芯之線圈來調整磁芯之阻抗；及在調整磁芯之阻抗之後，產生光脈衝。產生該光脈衝包括：使該磁芯飽和，使得提供一電脈衝給該雷射系統之一激發機構。

【0018】實施方案可包括以下特徵中之一或多者。

【0019】電量可包括電流，且電量中之一或多個性質可包括量值或持續時間。

【0020】一或多個操作特性可包括以下各項中之一或多者：提供給雷射系統之激發電壓之量值、由雷射系統產生之脈衝光束之重複率、磁芯之溫度及雷射系統之氣態增益介質之壓力。

【0021】調整磁芯之阻抗可包括將磁芯之阻抗調整到預定位準。

【0022】調整磁芯之阻抗可包括使磁芯處於反向飽和狀態。

【0023】上文所描述技術中之任一者的實施方案可包括系統、方法、程序、器件或裝置。在附圖及下文說明中闡明一或多個實施方案的細節。根據描述及圖式以及根據申請專利範圍將明瞭其他特徵。

【圖式簡單說明】

【0024】圖1A為系統之實例的方塊圖。

【0025】圖1B為開關網路之實例的示意圖。

【0026】圖1C為磁化強度曲線之實例。

【0027】圖1D為電流隨時間而變之實例。

【0028】圖2為兩級雷射系統之實例的方塊圖。

【0029】圖3為命令模組之實例的方塊圖。

【0030】圖4為開關網路之另一實例的示意圖。

【0031】圖5A為深紫外線(DUV)光學系統之實例的方塊圖。

【0032】圖5B為可在圖5A之DUV光學系統中使用的投影光學系統之實例的方塊圖。

【0033】圖6為DUV光學系統之另一實例的方塊圖。

【0034】圖7至圖10展示實驗資料之實例。

【實施方式】

【0035】圖1A為系統100的方塊圖。系統100包括光源110。光源110可為用於使半導體晶圓曝光之深紫外線(DUV)光源。光源110包括放電腔室115，該放電腔室封圍增益介質119，及激發機構113。激發機構113由開關網路150產生之電脈衝155啟動。圖1B為開關網路150的示意圖。啟動激發機構113在增益介質119中產生粒子數反轉，並產生光脈衝。開關網路150產生提供給激發機構113之電脈衝155列，使得光源110產生脈衝光束116。

【0036】如下文更詳細論述，命令模組130使用電量149控制開關網路150中之磁開關153之阻抗。電量149之一或多個性質基於系統100之一或多個操作特性。系統100之操作特性包括光源110、開關網路150、電源142之操作特性及/或光源110、開關網路150及電源142之任何組件或子系

統之操作特性。以此方式，命令模組130能夠將磁開關153之阻抗重設為恆定值及/或調整磁開關153之阻抗，使得磁開關153在產生電脈衝155之前(且因此在產生光束116之脈衝之前)具有在特定操作範圍內之操作點而不論操作特性之改變。磁開關153之阻抗可在光束116中產生每一脈衝之前，或在光束116中產生一或多個但並非所有脈衝之前進行調整。

【0037】開關網路150包括脈衝產生網路152及電網路156。磁開關153包括磁芯151。電網路156經由磁芯151磁耦合至磁開關153。在圖1B中所展示之實例中，電網路156為環繞磁芯151之線圈(例如，捲繞式電線)。磁開關153亦可包括環繞磁芯151之導電線圈。舉例而言，磁開關153可為飽和電感器。

【0038】磁芯151為回應於曝露於外部磁場而變得磁化的任何材料。磁芯151可為具有相對高磁導率之磁性材料，諸如例如，諸如鐵或鐵合金之鐵磁材料。磁導率(μ)為材料回應於所施加的磁場而獲得的磁化強度的度量。儘管給出了鐵磁材料作為實例，但可使用其他材料。

【0039】圖1C為可用於磁芯151之材料之磁化強度曲線160之實例的說明。圖1C中之磁化強度曲線為隨磁場強度(H)而變之磁芯151之磁化強度(B)的標繪圖。磁化強度(B)的單位為特士拉(T)，且磁場強度(H)的單位為安培/米(A/m)。磁化強度曲線160為非線性的且磁芯151經歷磁滯。當具有第一方向的磁場施加至磁芯151時，磁芯151之材料中之原子偶極與第一方向對準且磁芯151之材料沿第一方向磁化。當移除第一磁場時，仍保留一些對準。因此，甚至在不存在任何外部磁場時(即，當 $H=0$ 時)，磁芯151之磁性材料仍保留一些磁化強度。

【0040】磁芯151具有正向飽和區域162及反向飽和區域161。在外

部磁場的施加不再產生磁芯151之材料之磁化強度的進一步改變時，磁芯151飽和。磁芯151之阻抗在區域162及161中最低。當磁芯151未飽和且磁化強度(B)在區域161與162之間時，磁開關153具有相對高之阻抗。出於論述目的，磁芯151之磁化強度(B)最初處於圖1C中標記為163之操作點。操作點163位於反向飽和區域161。在其他組態中，操作點可在正向飽和區域162之外的非飽和區域中開始。

【0041】脈衝產生網路152電連接至電源142。亦參考圖1B，電源142包括高壓電源供應器141及諧振充電電路135。諧振充電電路135電連接至高壓電源供應器141之輸出133節點。舉例而言，高壓電源供應器141可為能夠在輸出節點133處供應900V DC之32千瓦(kW)電源供應器。高壓電源供應器141可具有其他規格及特性。舉例而言，電源供應器141可為能夠在輸出節點133處供應800V DC之52kW電源供應器。電源供應器141可經組態以提供其他功率及電壓量，並且以上電壓及功率的值提供作為實例。此外，輸出節點133處之電壓相對於接地可為正的或負的。換言之，在能夠供應900V DC之32 kW電源供應器之實例中，輸出節點133處之電壓可為+900V或-900V。在下文所論述之實例中，電源供應器141具有負極性。

【0042】諧振充電電路135包括電容器143、開關148及電感器144。舉例而言，開關148可為電晶體，諸如絕緣閘雙極電晶體(IGBT)。電容器143電連接至輸出節點133及接地。開關148電連接至輸出節點133，且開關148與電感器144串聯。當開關148閉合時，電感器144電連接至電容器143。圖1B中所展示之諧振充電電路135為實例。在其他實施方案中，諧振充電電路135可包括額外組件，諸如例如二極體及額外開關。

【0043】高壓電源供應器141橫跨電容器143施加電壓。電荷在電容器143中累積，且橫跨電容器143之電壓增加或保持恆定直至開關148閉合。在開關148閉合時，儲存在電容器143中之電荷經放電並流向電容器159，該電容器電連接至諧振充電電路135之輸出節點134。在橫跨電容器143之電壓達到所規定電壓之後及/或在所規定時間之後，可觸發開關148閉合。所規定電壓值可為命令電壓、預設電壓值或其他電壓值。在開關148閉合之後，電容器143上之電荷經放電。

【0044】來自電容器143之電荷在電容器159中累積，且橫跨電容器159之電壓增加至命令電壓並保持處於命令電壓，直至開關145閉合。在開關145閉合時，儲存在電容器159中之電荷作為電流(i_1)在由電容器159、電感器158及電容器154形成的諧振電路中流動。圖1D展示隨時間而變的電流(i_1)及電流(i_2)之實例。電流(i_1)具有時間寬度(w_1)及振幅 h_1 。電流(i_2)具有時間寬度(w_2)及振幅 h_2 。時間寬度 w_1 由電感器158、電容器159及電容器154之相對阻抗值判定。舉例而言，電流(i_1)之時間寬度 w_1 可為約5微秒(μs)。時間寬度 w_2 由電容器154、磁開關153及峰值電容器146之相對阻抗值判定。舉例而言， w_2 的時間可為500奈秒(ns)。

【0045】電流(i_1)自電容器154流出，且橫跨電容器154之電壓之絕對值增加。儘管大部分電流 i_1 自電容器154流出，但漏電流亦在磁開關153中流動。在磁開關153中流動之電流在圖1D中展示為電流 i_2 。漏電流致使磁芯151之磁化強度沿著路徑164 (圖1C)自工作點163增加，且磁芯151不再在反向飽和區域161中。漏電流繼續流入到磁開關153中，且磁芯151之磁化強度沿著路徑164繼續增加，直至到達正向飽和區域162。當在正向飽和區域162中時，磁芯151之阻抗幾乎為零。此時，磁開關153具有低於

電感器158之阻抗。儲存在電容器154中之電能作為電流(在圖1D中展示為 i_2)流過磁開關153並在峰值電容器146中累積。此橫跨峰值電容器146上形成電位差。舉例而言，峰值電容器146上之電壓之絕對值可為約20 kV。電容器146與電極113a及113b並聯。因此，橫跨電容器146之電位差亦形成在電極113a與113b之間。橫跨電極113a及113b之電位差為激發增益介質119之激發脈衝155且放電腔室115發射光脈衝。

【0046】磁開關153之阻抗保持較小直至電流 i_2 低於由磁開關153之材料之矯頑磁力(H_c)判定的臨限電流值。在電流 i_2 已通過磁開關153時，電流 i_2 不再對磁芯151施加磁場，且工作點移動至工作點167。

【0047】儘管電脈衝155中之大部分能量由激發機構113及增益介質119吸收，但電脈衝155中之一些能量作為反射電流147 (被稱為反射147)反射回至脈衝產生網路152。在此實例中，反射147與電流(i_1)及(i_2)的方向相同。再次參考圖1C，在此實例中，磁芯151之磁化強度(B)由於反射147而改變且磁芯151之操作點再次朝向飽和區域162移動。

【0048】反射147之量值取決於操作特性。操作特性可為觀察或量測的量及/或自光源110、電源142、開關網路150及/或系統100之其他態樣存取的規格或設定。操作特性包括與放電腔室115、增益介質119、激發機構113及開關網路150的操作相關聯的任何類型的參數或特性。舉例而言，操作特性包括增益介質119的壓力、施加至激發機構113之電脈衝155的量值及/或持續時間、增益介質119之溫度、磁芯151之溫度、磁開關153除了磁芯151之組件的溫度、電容器143之所規定電壓、電容器159之所規定電壓及/或電脈衝155施加至激發機構113之頻率(其與光束116之重複率相關)。

【0049】操作特性在光源110之操作及使用期間變化且可在叢發至叢發或脈衝至脈衝的基礎上變化。因此，磁芯151之磁化強度(B)由於反射147而改變的量並非恆定的，且對於由光源產生之每一脈衝而言可係不同的110。因此，在光源110的操作期間，將磁芯151置放在正向飽和區域162中使得如所期望產生下一電脈衝155 (及因此光束116的下一脈衝)所需要的磁場量(H)及時間量不一定係恆定的。

【0050】為了確保磁芯151在光脈衝產生週期開始時的可預測磁化強度，使用電量149 (例如，偏壓電流149)對磁芯151加偏壓，且電量149之一或多個性質基於操作條件。

【0051】電網路156電連接至偏壓電源供應器140，其由命令模組130控制。命令模組130自監測模組120接收或存取資料，該監測模組存取及/或監測一或多個操作特性。在圖1B中所展示的實例中，電量149是在網路156之線圈中流動的偏壓電流。返回到圖1C的實例，電量149將磁芯151之操作點移向點163 (且更靠近反向飽和區域161)。在一些實施方案中，電量149使得在產生每個光脈衝之後操作點移動到反向飽和區域161中。換言之，電量149將磁芯151之操作點(以及因此磁芯151之阻抗)重設為已知值或可預測值(例如，反向飽和區域161中之操作點)。

【0052】命令模組130控制偏壓電源供應器140並致使偏壓電源供應器140提供輸出(例如，電壓或電流)給電網路156。輸出之性質(例如，量值)基於操作特性中之一或多者，使得電量149亦基於操作特性中之一或多者。舉例而言，命令模組130可儲存將光源110之一或多個操作特性與偏壓電源供應器140之輸出之一或多個性質相關的資料庫或查找表。因此，電量149能夠改變以考慮光源110之操作特性的改變。藉由以此方式控制

偏壓電源供應器140，在產生光束116之脈衝之前，磁芯151之磁化強度經重設為恆定或接近恆定，而不論操作特性之值任何。

【0053】在脈衝產生週期開始時將磁芯151之磁化強度重設為已知值及/或恆定值允許更精細且準確地控制及預測電脈衝155之時序。舉例而言，由於磁芯151之磁化強度在脈衝產生週期開始時始終處於相同的操作點，因此對於輸入到磁開關的特定量的電能，磁芯151將始終在相同的時間量內到達正向飽和區域162。對電脈衝155 (其激發增益介質119)的產生的時序的精細控制允許更有效地使用開關網路150，例如，在光源110係多級光源(諸如在圖2及圖6中所展示)時。此外，可控制電量149使得磁芯151之磁化強度在每一脈衝產生週期開始時置放於反向飽和區域161中。藉由控制電量149之一或多個性質(且從而控制磁芯151之磁化強度)，可利用磁芯151在反向飽和區域161與正向飽和區域162之間的全磁化強度範圍。

【0054】此外，控制磁芯151之磁化強度亦改良光源110之叢發模式效能。當以叢發模式操作時，由光源110產生之光束116包括由不包括光脈衝的時間段分開的光脈衝叢發。每一叢發可包括數百、數千、數萬或更多脈衝。脈衝叢發中之脈衝具有適合應用的重複率。舉例而言，叢發內之脈衝可能具有6,000赫茲(Hz)或更高的重複率。叢發之間的週期具有比叢發中兩個連續脈衝之間的時間長得多的持續時間。舉例而言，一個脈衝叢發結束與下一脈衝叢發之間的時間可能係該叢發內兩個連續脈衝之間的時間的數百或數千倍。在爆發開始時，放電腔室115內之暫態效應致使前幾個脈衝(例如，前100或200個脈衝)中之光能量急劇變化。另外，在多級系統中，各種級之間的時序差往往在叢發開始時更為顯著。此外，暫態基於

諸如例如施加至激發機構113的電壓、重複率及增益介質119之壓力等操作特性而變化。藉由控制磁芯151之磁化強度，可減少叢發暫態效應。

【0055】圖1B中所展示的示意圖作為實例提供，且其他實現方案亦係可能的。舉例而言，脈衝產生網路152僅包括一個磁開關；且由電容器154、磁開關153及峰值電容器146形成的諧振電路為單磁壓縮級。然而，在其他實施方案中，脈衝產生網路152包括額外的磁壓縮級。舉例而言，脈衝產生網路152可包括多於一個磁開關及多於一個磁壓縮級。此等額外級經置放在脈衝發生電路中，使得峰值電容器146保持與電極113a及113b並聯。圖4展示包括多於一個磁壓縮級的開關網路450之實例。

【0056】此外，可使用多級磁壓縮電路的任何變化形式。舉例而言，脈衝產生網路152之其他實施方案可包括用於每一磁壓縮級的單獨的偏壓電源供應器140及電網路156，或偏壓電源供應器140及電網路156的一個實例可用於控制多於一個磁開關之阻抗。此外，可選擇磁壓縮級之各種組件(例如，電容器及電感組件之值)，使得在峰值電容器146處產生之電流及電壓脈衝具有比在其他階段中產生之電壓及電流更短的持續時間及更大的振幅。

【0057】此外，脈衝產生網路152可包括其他組件，諸如例如二極體及一或多個變壓器。不論脈衝產生網路152之具體組態如何，脈衝產生網路152中之磁開關中之至少一者之阻抗或磁化強度由電量控制，諸如如上文所論述的電量149。

【0058】另外，在圖1B中所展示之實例中，高壓電源供應器141提供具有負極性的電壓，使得輸出節點133處之電壓相對於接地為負。然而，在其他實施方案中，高壓電源供應器141提供具有正極性之電壓，使

得輸出節點133處之電壓相對於接地為正。在高壓電源供應器141之極性為正的實施方案中，電流(i1)及(i2)以及反射147沿與圖1B中所展示的放大相反的方向流動。

【0059】圖2為系統200的方塊圖。系統200包括兩級雷射系統210。兩級雷射系統210包括第一放電腔室215_1，其產生脈衝種子光束216_1；及第二放電腔室215_2，其放大脈衝種子光束216_1以產生經放大脈衝光束216_2。第一放電腔室215_1封圍電極213_1a及213_1b以及氣態增益介質219_1，且第二放電腔室215_2封圍電極213_2a及213_2b以及氣態增益介質219_2。

【0060】系統200亦包括開關網路250_1及250_2，該等開關網路中之每一者係開關網路150 (圖1A)之實例。開關網路250_1及250_2包括各別磁芯251_1及251_2。第一放電腔室215_1由第一監測模組220_1監測，且第二放電腔室215_2由第二監測模組220_2監測。監測模組220_1及220_2存取或監測各別放電腔室215_1及215_2的一或多個操作特性，且向命令模組230提供關於操作特性的資料。舉例而言，監測模組220_1可量測種子光束216_1之重複率，且監測模組220_2可量測輸出光束216_2之重複率。在另一實例中，監測模組220_1可經組態以與量測增益介質219_1之壓力及溫度的環境感測器通信。類似地，監測模組220_2可經組態以與量測增益介質219_2之壓力及溫度的環境感測器通信。命令模組230分別基於放電腔室215_1及215_2之操作特性來控制磁芯251_1及251_2之阻抗。

【0061】另外或替代地，監測模組220_1及220_2可經組態以監測或存取與系統200的其他態樣相關的一或多個操作特性。舉例而言，監測模

組220_1可經組態以與開關網路250_1中之溫度感測器通信以獲得磁芯251_1之溫度。監測模組220_2可經組態以與開關網路250_2中之溫度感測器通信以獲得磁芯251_2之溫度。監測模組220_1及220_2向命令模組230提供資料，且命令模組分別基於來自監測模組220_1及220_2之資料控制磁芯251_1及251_2之阻抗。

【0062】種子光束216_1之脈衝進入放電腔室215_2。提供電脈衝255_2給電極213_2b且在電極213_2b與電極213_2a之間形成電位差。電位差激發增益介質219_2中之原子、離子及/或分子。處於激發狀態的原子、離子及/或分子可由種子光束216_1之脈衝刺激以將更多的光發射到相同的輻射模式中以形成放大的光束。因此，放電腔室215_2放大種子光束216_1並發射經放大光束216_2。

【0063】然而，若在增益介質219_2未經激發時種子光束216_1之脈衝通過放電腔室215_2，則脈衝將未經放大。命令模組230基於放電腔室215_2及/或開關網路250_1之操作特性而控制開關網路250_2中之磁芯251_2使得增益介質219_2在種子光束216_1通過放電腔室215_2時經激發。此外，命令模組230亦可控制開關網路250_1中之磁芯251_1。舉例而言，命令模組230可致使各別開關網路250_1及250_2中之磁芯251_1和251_2重設至恆定位準，使得使磁芯飽和所需的時間係恆定且可預測的。

【0064】圖3為命令模組330的方塊圖。命令模組330可用作命令模組130 (圖1A)或命令模組230 (圖2)。命令模組330包括電子處理模組331、電子儲存模組332及輸入/輸出(I/O)介面333。

【0065】電子處理模組331包括適合於電腦程式的執行的一或多個處理器，諸如通用或專用微處理器，及任何種類的數位電腦的任何一或多個

處理器。通常，電子處理器自唯讀記憶體、隨機存取記憶體(RAM)或兩者接收指令及資料。電子處理模組331可包括任何類型的電子處理器。電子處理模組331之一或多個電子處理器執行指令並存取儲存在電子儲存器332上之資料。一或多個電子處理器亦能夠將資料寫入至電子儲存器332。

【0066】電子儲存器332為任何類型的電腦可讀或機器可讀媒體。舉例而言，電子儲存器332可為揮發性記憶體，諸如RAM，或非揮發性記憶體。在一些實施方案中，電子儲存器332包括非揮發性及揮發性部分或組件。電子儲存器332可儲存在命令模組330之操作中使用的資料及資訊。電子儲存器332亦可儲存指令(例如，呈電腦程式的形式)，該等指令致使命令模組330與偏壓電源供應器140、開關網路150、監測裝置120、光源110及/或掃描器裝置(諸如圖5及圖6中所展示的掃描器裝置580)中之組件及子系統互動。

【0067】電子儲存器332亦儲存實施偏壓控制模組336的指令。偏壓控制模組336自監測模組120接收關於操作特性的資訊且自查找表335判定關於指令信號357的資訊。

【0068】命令信號357控制偏壓電源供應器140提供輸入給電網路156。電網路156自輸入產生電量149。電量149將磁芯151 (圖1A)之磁化強度改變成期望的操作點。以此方式，電量149基於操作特性調整包括磁芯151之磁開關之阻抗。

【0069】命令信號357包括判定偏壓電源供應器140提供給電網路156的輸出電壓及/或電流的性質的資訊。舉例而言，偏壓電源供應器140可產生DC電壓及/或DC電流，且命令信號357可控制DC電壓及/或DC電流

之量值及/或極性。在一些實施方案中，偏壓電源供應器140提供恆定電壓及/或電流，且命令信號357控制偏壓電源供應器140與電網路156之間的外部元件。舉例而言，命令信號357可控制電位計或其他元件，從而控制至電網路156的輸入。

【0070】不論命令信號357如何控制至電網路156的輸入，命令信號357中之資訊係基於一或多個操作特性判定。舉例而言，命令信號357中之資訊可自查找表或資料庫335判定。查找表或資料庫335將關於電量149的資訊及/或至電網路156的輸入與一或多個操作特性相關聯。舉例而言，關於電量149的資訊可包括電量149之振幅、極性及/或持續時間。舉例而言，查找表335可將電量149之量值及極性的值及/或至將產生此類電量149的電網路156的輸入與光源110、開關網路150及/或電源142的操作條件相關聯。光源110之操作條件由光源之一或多個操作特性定義。舉例而言，操作條件可由以下各項定義：施加至激發機構113之該電壓，光束116之波長，增益介質119之壓力，及/或光束116之重複率。

【0071】在另一實例中，查找表335可將電量149之一或多個性質及/或至電網路156的輸入與開關網路150的操作條件相關聯。開關網路150之操作條件可由磁芯151之溫度及/或電容器143之所規定電壓來定義。

【0072】在又一實例中，查找表335可使電量149及/或至電網路156的輸入之一或多個性質與系統100之操作條件相關聯。系統100的操作條件由系統100之至少兩個不同子系統的至少一個操作條件定義。舉例而言，系統100之操作條件可由增益介質119之溫度及磁芯151之溫度定義。

【0073】查找表或資料庫335包括至少兩個操作條件且可包括數十、數百、數千或更多不同的操作條件，其中之每一者與電量149之一或多個

性質及/或關於欲提供給電網路156之輸入的資訊相關聯。可在光源110之製造期間收集電量149之性質及/或針對特定操作條件欲提供給電網路156的輸入值，在安裝光源110之後，操作員(例如，最終使用者或維護人員)可將值輸入至查找表335中，或查找表335可經由I/O介面333自動更新。此外，其他實施方案係可能的。舉例而言，在一些實施方案中，代替查找表335或除了查找表335之外，電子儲存器332儲存實施電量149與操作條件之間的數學關係的指令。該數學關係可根據在光源110產生光脈衝之後觀察磁芯之阻抗或磁化強度的經驗資料來判定。

【0074】若查找表335不包括所關注的操作條件，則偏壓控制模組336可在與所關注的操作條件最相似的操作條件之間進行插值。偏壓控制模組336產生具有足以使偏壓電源供應器140及/或電網路產生偏壓電流(或電量149的其他形式)之資訊的命令信號357。

【0075】監測模組120是能夠監測操作特性的任何類型的器件。舉例而言，監測模組120可包括光學及/或電子組件，該光學及/或電子組件量測操作特性，諸如重複率或施加至激發機構113之電壓。在一些實施方案中，監測模組120存取來自光源110、開關網路150及/或電源142之操作特性的值。在此等實施方案中，監測模組120不直接量測操作特性。舉例而言，監測模組120可自執行直接量測的其他感測器(諸如溫度或壓力感測器)獲得讀數及/或可獲得設定值，該等設定值係在製造時設定並儲存在源110之特定子系統中之記憶體中。

【0076】監測模組120可在光束116中之每一脈衝之後向命令模組330提供一或多個操作特性之值。在其他實施方案中，不使用來自監測模組120之資訊，且光源110之操作者藉由I/O介面333將操作特性直接輸入

至命令模組330中。

【0077】電子儲存器332亦儲存構成雷射命令模組337之指令。雷射命令模組337控制光源110及/或脈衝產生網路152的操作的各種態樣。舉例而言，雷射命令模組337控制開關148及145的狀態。雷射指令模組337觸發開關148以在橫跨諧振充電器中之電容器143之電壓達到所規定電壓或在已過去預定時間量之後閉合。雷射命令模組337在橫跨電容器159之電壓達到所規定電壓之後觸發開關145閉合。舉例而言，在開關148及145係電晶體的實施方案中，雷射命令模組337可控制提供電壓給電晶體之閘極的電壓源，其中電壓足以致使電晶體改變狀態並傳導電流。所規定電壓及預定時間儲存在電子儲存器332上。

【0078】雷射命令模組337亦可控制光源110之其他態樣，諸如光束116之重複率。雷射命令模組337可基於亦儲存在電子儲存器332上及/或藉由I/O介面333提供的預程式化配方控制各種態樣。

【0079】電子儲存器332亦可儲存在光源110及/或脈衝產生網路152的操作中使用的各種其他參數及值。

【0080】I/O介面333為允許命令模組330與操作員、其他器件(諸如監測模組120)及/或在另一電子器件上運行的自動化程序交換資料及信號的任何種類的介面。舉例而言，在其中可編輯儲存在電子儲存器332上之規則或指令的實施方案中，可藉由I/O介面333進行編輯。I/O介面333可包括視覺顯示器、鍵盤及通信介面中之一或多者，諸如平行埠、通用串列匯流排(USB)連接及/或任何類型網路介面，諸如例如乙太網路。I/O介面333亦可允許藉由例如IEEE 802.11、藍芽或近場通信(NFC)連接而無需實體接觸的通信。

【0081】圖4為開關網路450的示意圖。開關網路450係與諸如圖2及圖6中所展示的光學系統之兩級光學系統一起使用的開關網路之實例。開關網路450與電源142及命令模組330一起使用。開關網路450包括第一換向器470_1及第一壓縮頭472_1，該第一換向器及該第一壓縮頭產生電脈衝，該電脈衝橫跨在第一組單獨電極413_1產生電位差。電極413_1經封圍在第一放電腔室中，該第一放電腔室亦包括第一氣態增益介質。開關網路450亦包括第二換向器470_2及第二壓縮頭472_2，該第一換向器及該第一壓縮頭產生電脈衝，該電脈衝橫跨在第二組單獨電極413_2產生電位差。單獨電極413_2經封圍在第二放電腔室中，該第二放電腔室亦封圍氣態增益介質。

【0082】諧振充電電路135電連接至電容器459_1及開關445_1之發射極。在此實例中，開關445_1為絕緣雙極閘極電晶體(IGBT)。開關445_1之閘極耦合至電壓源(未展示)。高壓電源供應器142經觸發，且電流流向電容器459_1。當橫跨電容459_1之電壓滿足所規定電壓時，觸發開關445_1以改變成導通狀態，且電流流過開關445_1及電感器458_1並且累積在電容器454_1上。一些電流 i_1 亦洩漏到磁開關453a_1中，且磁芯451a_1之磁化強度增加直至達到正向飽和點。電容器454_1中之電能流過磁開關453a_1，由升壓變壓器473_1轉換成更高的電壓，並且累積在電容器474_1上。磁芯451b_1進入正向飽和區域162。儲存在電容器474_1中之電能流過磁開關453b_1並且累積在峰值電容器446_1上並且橫跨第一對電極413_1產生電位差。反射電流447_1形成並返回行進至磁開關453b_1及453a_1。第二換向器470_2及第二壓縮頭472_2以類似方式操作。

【0083】開關網路450亦包括電網路456a_1、456a_2、456b_1及

456b_2，該等電網路電連接至各別偏壓電源供應器442a_1、442a_2、442b_1及442b_2。電網路456a_1、456a_2、456b_1及456b_2中之每一者包括彼此串聯電連接且電連接至偏壓電源供應器442a_1、442a_2、442b_1及442b_2中之各別一者的電阻器及電感器。電網路456a_1、456a_2、456b_1及456b_2中之每一者亦包括將電網磁耦合至磁開關453a_1、453a_2、452b_1及435b_2的線圈。

【0084】偏壓電源供應器442a_1、442a_2、442b_1及442b_2耦合至命令模組330。命令模組330控制偏壓電源供應器442a_1、442a_2、442b_1及442b_2以產生至電網路456a_1、456a_2、456b_1及456b_2的各別輸入，使得產生各別電量449a_1、449a_2、449b_1及449b_2。電量449a_1、449a_2、449b_1及449b_2中之每一者係偏壓電流，該偏壓電流具有導致各別磁開關453a_1、453a_2、453b_1及453b_2之磁芯之磁化強度經重設為已知值的振幅及極性。命令模組330控制偏壓電源供應器442a_1、442a_2、442b_1及442b_2，使得各別偏壓電流具有使各別磁芯451a_1、451a_2、451b_1及451b_2至所要磁化強度的振幅及極化。具體地，命令模組330基於包括第一組電極413_1之光源之一或多個操作特性控制偏壓電源供應器442a_1及442b_1，第一換向器470_1之操作特性，及/或第一壓縮頭472_1之操作特性。命令模組330基於包括第二組電極413_2之光源之一或多個操作特性、第二換向器470_2之操作特性及/或第二壓縮頭472_2之操作特性來控制偏壓電源供應器442a_2及442b_2。

【0085】圖5A及圖6提供可使用上文所論述技術的系統的額外實例。

【0086】圖5A為深紫外線(DUV)光學系統500之實例。系統500包括

光產生模組510，該光產生模組向掃描器裝置580提供曝光光束(或輸出光束)516。在圖5A之實例中，光產生模組510與開關網路150一起使用。控制系統505亦耦合至光產生模組510及與光產生模組510相關聯的各種組件。

【0087】光產生模組510包括光學振盪器512。光學振盪器512產生輸出光束516。光學振盪器512包括放電腔室515，該放電腔室封圍激發機構(陰極513-a及陽極513-b)。放電腔室515亦含有氣態增益介質519 (用圖5A中之淺點狀陰影展示)。陰極513-a與陽極513-b之間的電位差在氣態增益介質519中形成電場。藉由控制高壓電源供應器140來產生電位差使得開關網路150橫跨電極513-a及513-b產生電位差。電位差形成電場，該電場向增益介質519提供能量，該能量足以致使粒子數反轉(population inversion)，並能夠經由受激發射產生光脈衝。

【0088】重複產生此電位差形成脈衝列，該等脈衝作為光束516發射。脈衝光束516之重複率由施加至電極513-a及513-b的電壓的速率判定。脈衝之重複率可在例如約500與6,000赫茲(Hz)之間的範圍內。在一些實施方案中，重複率可大於6,000 Hz，且可為例如12,000 Hz或更大。自光學振盪器512發射的每一脈衝可具有例如大約1毫焦耳(mJ)的脈衝能量。

【0089】此外，光束516可包括由無光間隔分開的光脈衝叢發。叢發可包括數百或數千個光脈衝。在脈衝叢發內，光脈衝具有由橫跨電極513-a及513-b形成電位差的速率判定的重複率。叢發之間的時間由應用程序判定，且可例如係該叢發中兩個連續脈衝之間的時間的數百或數千倍。

【0090】控制系統505接收或存取來自監測模組120的資訊並且控制命令模組130。命令模組130控制偏壓電源供應器142使得電量149 (例如偏

壓電流)以任何適合該應用的方式重設磁芯151 (圖1A)。舉例而言，可在產生每一光脈衝之前、在產生一些但並非所有光脈衝之前、在產生每一脈衝叢發之前、在產生一些但並非所有光脈衝之前、基於預定時間量的推移，或基於來自DUV光學系統500之操作員的輸入，可判定電量149且重設磁芯151。在一些實施方案中，在逐個晶圓的基礎上判定電量149以及重設磁芯151。亦即，在使曝露在掃描器裝置580中之晶圓582之前重設磁芯151。在此等實施方案中，控制系統505可耦合至掃描器裝置580且可在每次加載新晶圓進行曝光時接收觸發。

【0091】 氣態增益介質519可為適用於以應用所需要的波長、能量及帶寬產生光束的任何氣體。氣態增益介質519可包括多於一個類型的氣體，且各種氣體被稱為氣體組份。對於準分子源，氣態增益介質519可含有惰性氣體(稀有氣體)，諸如例如氬或氪；或鹵素，諸如例如氟或氯。在鹵素為增益介質的實施方案中，增益介質亦包括除了諸如氬的緩衝氣體之外的痕量氬。

【0092】 氣態增益介質519可為發射在深紫外線(DUV)範圍內之光的增益介質。DUV光可包括波長，例如，自約100奈米(nm)至約400 nm。氣態增益介質519之具體實例包括：發出約193 nm波長之光的氟化氬(ArF)，發出約248 nm波長之光的氟化氪(KrF)，或發出約351 nm波長之光的氯化氙(XeCl)。

【0093】 在放電腔室515之一側上的光譜調整裝置595與放電腔室515之第二側上的輸出耦合器596之間形成諧振器。光譜調整裝置595可包括精細調諧放電腔室515之光譜輸出的繞射光學器件，諸如例如，光柵及/或稜鏡。繞射光學器件可為反射的或折射的。在一些實施方案中，光譜調

整裝置595包括複數個繞射光學元件。舉例而言，光譜調整裝置595可包括四個稜鏡，其中一些經組態以控制光束516之中心波長，而其他經組態以控制光束516之光譜頻寬。

【0094】光束516之光譜性質可以其他方式調整。舉例而言，可藉由控制腔室515之氣態增益介質的壓力及/或氣體濃度來調整光束516的光譜性質，諸如光譜頻寬及中心波長。對於其中光產生模組510為準分子光源的實施方案，光束516之光譜性質(例如，光譜頻寬或中心波長)可藉由控制腔室515中之例如氟、氯、氫、氮、氫及/或氦的壓力及/或濃度進行調整。

【0095】氣態增益介質519之壓力及/或濃度可用氣體供應系統590控制。氣體供應系統590經由流體導管589流體耦接至放電腔室515之內部。流體導管589為任何導管，該導管能夠輸送氣體或其他流體而流體無損失或損失最小。舉例而言，流體導管589可為由不與流體導管589中輸送的流體起反應的材料製成或塗覆的管道。氣體供應系統590包括腔室591，該腔室含有及/或經組態以接收在增益介質519中所使用的氣體的供應。氣體供應系統590亦包括使得氣體供應系統590能夠將氣體自放電腔室515移除或將氣體注入至該放電腔室中之器件(諸如泵、閥，及/或流體開關)。氣體供應系統590耦合至控制系統505。

【0096】光學振盪器512亦包括光譜分析裝置598。光譜分析裝置598為量測系統，其可用於量測或監測光束516之波長。在圖5A中所展示的實例中，光譜分析裝置598自輸出耦合器596接收光。

【0097】光產生模組510可包括其他組件及系統。舉例而言，光產生模組510可包括光束準備系統599。光束準備系統599可包括拉伸每一脈衝

之脈衝拉伸器，每一脈衝及時與脈衝拉伸器互動。光束準備系統亦可包括能夠對光起作用的其他組件，諸如例如反射及/或折射光學元件(諸如例如透鏡及鏡面)及/或濾光器。在所展示實例中，光束準備系統599位於曝光光束516之路徑中。然而，光束準備系統599可置放在系統500內之其他位置處。

【0098】系統500亦包括掃描器裝置580。掃描器裝置580用成形曝光光束516A使晶圓582曝光。藉由使曝光光束516通過投影光學系統581來形成成形曝光光束516A。掃描器裝置580可為液浸系統或乾式系統。掃描器裝置580包括投影光學系統581 (曝光光束516在到達晶圓582之前從中穿過)，及感測器系統或計量系統570。晶圓582經固持或接納在晶圓固持器583上。舉例而言，掃描器裝置580亦可包括溫度器件(諸如空調器件及/或加熱器件)，及/或用於各種電氣組件的電源供應器。

【0099】計量系統570包括感測器571。感測器571可經組態以量測成形曝光光束516A之性質，諸如例如，帶寬、能量、脈衝持續時間，及/或波長。舉例而言，感測器571可為相機或能夠捕獲成形曝光光束516A在晶圓582處之影像的其他器件，或能夠捕獲描述x-y平面中晶圓582處之光能的量的資料的能量偵測器。

【0100】亦參考圖5B，投影光學系統581包括狹縫584、遮罩585以及包括透鏡系統586之投影物鏡。透鏡系統586包括一或多個光學元件。曝光光束516進入掃描器裝置580並且入射在狹縫584上，且至少一些輸出光束516穿過狹縫584形成成形曝光光束516A。在圖5A及圖5B之實例中，狹縫584係矩形的且將曝光光束516成形為細長的矩形光束，該細長的矩形光束為成形曝光光束516A。遮罩585包括圖案，該圖案判定成形光束之

哪些部分由遮罩585透射以及哪些由遮罩585阻擋的。藉由用曝光光束516A使晶圓582上之輻射敏感光阻劑材料層曝光，在晶圓582上形成微電子特徵。遮罩上之圖案的設計由所要的特定微電子電路特徵判定。

【0101】圖5A中所展示的組態為DUV系統之組態之實例。其他實施方案亦為可能的。舉例而言，光產生模組510可包括光振盪器512的N個實例，其中N為大於1的整數。在此等實施方案中，每一光學振盪器512經組態以向光束組合器發射各別光束，該光束組合器形成曝光光束516。

【0102】圖6展示DUV系統之另一實例組態。圖6為光微影系統600的方塊圖，該光微影系統包括產生脈衝光束616之光產生模組610，該脈衝光束經提供給掃描器裝置580。控制系統505耦合至光產生模組610及掃描器裝置580的各種組件以控制系統600之各種操作。光產生模組610與開關網路450一起使用。

【0103】光產生模組610為兩級雷射系統，其包括主振盪器(MO) 612_1，其將種子光束618提供給功率放大器(PA) 612_2。PA 612_2自MO 612_1接收種子光束618且放大種子光束618，以產生供在掃描器裝置580中使用的光束616。舉例而言，在一些實施方案中，MO 612_1可發射脈衝種子光束，其中每脈衝的種子脈衝能量大約為1毫焦耳(mJ)，且此等種子脈衝可由PA 612_2放大至約6至15 mJ，但其他能量可用於其他實例。

【0104】MO 612_1包括放電腔室615_1，該放電腔室具有兩個細長電極613a_1及613b_1、為氣體混合物之增益介質619_1 (在圖6中用淺點狀陰影展示)，及使氣體混合物在電極613a_1、613b_1之間循環的風扇(未展示)。諧振器形成在放電腔室615_1之一個側上之線窄化模組695與放電腔室615_1之第二側上之輸出耦合器696之間。

【0105】放電腔室615_1包括第一腔室窗口663_1及第二腔室窗口664_1。第一腔室窗口663_1及第二腔室窗口664_1位於放電腔室615_1之相對側上。第一腔室窗口663_1及第二腔室窗口664_1透射在DUV範圍內之光，且允許DUV光進入及出射放電腔室615_1。

【0106】線窄化模組695可包括諸如光柵的繞射光學器件，其精細地調諧放電腔室615_1之光譜輸出。光產生模組610亦包括線中心分析模組668，其接收來自輸出耦合器696及光束耦合光學系統669的輸出光束。線中心分析模組668為量測系統，其可用於量測或監測種子光束618之波長。線中心分析模組668可置放在光產生模組610中之其他位置處，或其可置放在光產生模組610之輸出處。

【0107】作為增益介質619_1之氣體混合物可為適合於產生應用所需的波長及頻寬的光束的任何氣體。對於準分子源，氣體混合物可含有惰性氣體(稀有氣體)，諸如例如氬或氫；鹵素，諸如例如氟或氯；以及痕量氫，除了緩衝氣體外，諸如氬。氣體混合物的具體實例包括發出約193 nm波長之光的氟化氬(ArF)，發出約248 nm波長之光的氟化氬(KrF)或發出約351 nm波長之光的氯化氬(XeCl)。因此，在此實施方案中，光束616及618包括在DUV範圍內之波長。準分子增益介質(氣體混合物)藉由向細長電極613a_1、613b_1施加電壓，在高壓放電中以短(例如奈秒)電流脈衝泵送。

【0108】PA 612_2包括光束耦合光學系統669，該光束耦合光學系統自MO 612_1接收種子光束618，並將種子光束618引導穿過放電腔室615_2，且至光束轉向光學元件692，該光束修改或改變種子光束618之方向，以使得將其發送回至放電腔室615_2。光束轉向光學元件692及光束

耦合光學系統669形成循環及閉環光路，其中至環式放大器之輸入與光束耦合光學系統669處之環式放大器的輸出相交。

【0109】放電腔室615_2包括一對細長電極613a_2、613b_2、增益介質619_2 (在圖6中以淺點狀陰影示出)，以及用於在電極613a_2、613b_2之間循環增益介質619_2的風扇(未展示)。形成增益介質619_2的氣體混合物可與形成增益介質619_1的氣體混合物相同。

【0110】放電腔室615_2包括第一腔室窗口663_2及第二腔室窗口664_2。第一腔室窗口663_2及第二腔室窗口664_2位於放電腔室615_2之相對側上。第一腔室窗口663_2及第二腔室窗口664_2透射在DUV範圍內之光，且允許DUV光進入及出射放電腔室615_2。

【0111】當藉由在電極613a_1、613b_1或613a_2、613b_2之間分別產生電位差來泵送增益介質619_1或619_2時，增益介質619_1及/或619_2發光。對於各種應用，脈衝之重複率可在約500 Hz與6,000 Hz之間的範圍內。在一些實施方案中，重複率可大於6,000 Hz，且可為例如12,000 Hz或更高，但在其他實施方案中可使用其他重複率。

【0112】電極613a_1與613b_1之間的電位差係使用關於圖4所論述的換向器470_1及壓縮頭472_1產生。電極613a_2與613b_2之間的電位差係使用關於圖4所論述的換向器470_2及壓縮頭472_2產生。磁芯451a_1、451a_2、451b_1及451b_2中之每一者的磁化強度使用如上文所論述之各別偏壓電流449a_1、449a_2、449b_1及449b_2來控制。控制磁芯451a_1、451a_2、451b_1及451b_2的磁化強度有助於確保MO 612_1和及PA 612_2的操作經高效且適當地同步及協調。舉例而言，用基於MO腔室612_1及PA腔室612_2之各別操作條件的偏壓電流控制磁芯451a_1、

451a_2及磁芯451b_1、451b_2的磁化強度有助於確保當種子光束618進入放電腔室615_2時，增益介質619_2中存在粒子數反轉。

【0113】輸出光束616可在到達掃描器裝置580之前經引導穿過光束準備系統699。光束準備系統699可包括頻寬分析模組，其量測光束616之各種參數(諸如，頻寬或波長)。光束準備系統699亦可包括及時拉伸輸出光束616的每一脈衝的脈衝拉伸器。光束準備系統699亦可包括能夠對光束616起作用的其他組件，諸如例如反射及/或折射光學元件(諸如例如透鏡及鏡面)及/或光學孔徑(包括自動快門)。

【0114】DUV光產生模組610亦包括氣體管理系統690，其與DUV光產生模組610之內部678流體連通。

【0115】圖7至圖10係在類似於圖6之光產生模組610的兩級雷射系統上收集的實驗資料的實例。圖7至圖10中所標繪的資料是磁開關達到正向飽和並產生電脈衝的延遲時間。電脈衝的產生對應於光脈衝的產生。

【0116】圖7至圖10中之標繪圖展示隨電極電壓(垂直軸線)及重複率(水平軸線)而變的延遲時間。陰影指示觀察到的延遲時間量。圖7至圖10中之每一者皆包括如下九個延遲時間標繪圖：頂部列三個標繪圖係針對脈衝叢發中之第一脈衝，中間列三個標繪圖係針對脈衝叢發中之第二脈衝，以及底部列三個標繪圖係針對脈衝叢發中之第三脈衝。在每一列中，最左邊標繪圖係針對MO室(圖6中之放電腔室615_1)，中間標繪圖係針對PA室(圖6中之放電腔室615_2)，且最右標繪圖係MO延遲時間與PA延遲時間之間的差。圖7係自MO及PA腔室獲得，該MO及PA腔室在230千帕(kPa)的壓力及提供至磁開關之磁芯的標準偏壓電流下用增益介質操作。標準偏壓電流係預設且恆定的偏壓電流。標準偏壓電流與電量(諸如上文所論述量

149)形成對比，電量在光源操作期間可發生改變。圖8係自在230 kPa壓力及預設過偏壓下用增益介質操作的MO及PA腔室獲得。恆定過偏壓比標準偏壓電流更大的偏壓電流。因此，藉由比較圖7及圖8中之資料，可看出在操作期間改變偏壓電流的效應。

【0117】基於圖7及圖8中之資料，很明顯延遲差通常對於叢發中之第一脈衝更為顯著，且延遲差受偏壓電流量的影響。因此，上文所論述可控電量149可用於減少叢發暫態的效應。

【0118】圖9中之資料係在320 kPa及標準偏壓電流下用MO及PA腔室獲得。圖10中之資料係在320 kPa及預設過偏壓下用MO及PA腔室獲得。藉由比較圖9及圖10中之資料，對於叢發中之第一脈衝，延遲差異往往最大，且偏壓電流的差導致不同的延遲時間。此外，比較圖9與圖7以及比較圖10與圖8亦表明壓力影響延遲時間。

【0119】因此，如上所述基於光源之操作特性並用於控制磁開關之阻抗的可控制及可調整的電量149 (例如)藉由減少叢發暫態之效應及改良不同階段中增益介質激發的同步性而改良兩級雷射系統之效能。

【0120】可使用以下條項進一步描述各種實施例：

1. 一種系統，其包含：

一第一光學子系統，其經組態以產生一脈衝種子光束，該第一光學子系統包含：

一第一腔室，其經組態以容納一第一氣態增益介質；及

一第一激發機構，其位於該第一腔室中；

一第二光學子系統，其經組態以基於該脈衝種子光束產生一脈衝輸出光束，該第二光學子系統包含：

一第二腔室，其經組態以容納一第二氣態增益介質；及

一第二激發機構，其位於該第二腔室中；

一第一磁開關網路，其經組態以啟動該第一激發機構，其中啟動該第一激發機構致使該第一光學子系統產生該脈衝種子光束之一脈衝；

一第二磁開關網路，其經組態以啟動該第二激發機構，其中啟動該第二激發機構致使該第二光學子系統產生該脈衝輸出光束之一脈衝；及

一控制器，其經組態以：

基於一第一指示調整該第一磁開關網路中之一或多個磁芯之一阻抗，其中該第一指示包含該第一光學子系統及該第一磁開關網路中之一或多者之一或多個操作特性的一指示；及

基於一第二指示調整該第二磁開關網路中之一或多個磁芯之一阻抗，其中該第二指示包含該第二光學子系統及該第二磁開關網路中之一或多者之一或多個操作特性的一指示。

2. 如條項1之系統，其中

該控制器經組態以在啟動該第一激發機構之前調整該第一磁開關網路中之該一或多個磁芯之該阻抗；且

該控制器經組態以在啟動該第二激發機構之前調整該第二磁開關網路之該一或多個飽和磁芯之該阻抗。

3. 如條項1之系統，其中

該第一磁開關網路包含：

一第一換向器模組，其包含：一第一飽和電抗器及一第一磁芯，及

一第一壓縮模組，其包含：一第二飽和電抗器及一第二磁芯；

該第二磁開關網路包含：

一第二換向器模組，其包含：一第三飽和電抗器及一第三磁芯，及
一第二壓縮模組，其包含：一第四飽和電抗器及一第四磁芯；且
該控制器經組態以：

基於一或多個操作特性之該第一指示調整該第一磁芯及該第二磁芯
之該阻抗，及

基於一或多個操作特性之該第二指示調整該第三磁芯及該第四磁芯
之該阻抗。

4. 如條項1之系統，其中

該控制器經組態以藉由提供電流給一或多個線圈來調整該第一磁開
關網路之該一或多個磁芯之該阻抗，其中該一或多個線圈中之每一者磁耦
合至該第一磁開關網路之該一或多個磁芯中之一者，且該電流之一或多個
性質基於該第一指示；且

該控制器經組態以藉由提供電流給一或多個線圈來調整該第二磁開
關網路之該一或多個磁芯之該阻抗，其中該一或多個線圈中之每一者磁耦
合至該第二磁開關網路之該一或多個磁芯中之一者，且該電流之一或多個
性質基於該第二指示。

5. 如條項4之系統，其中該電流之該一或多個性質包含該電流之
一振幅。

6. 如條項1之系統，其中

該第一光學腔室包含一加壓增益介質，且該第一激發機構包含兩個
電極；該第一光學腔室之該等操作特性包含以下中之一或多者：施加至該
第一光學腔室中之該等電極中之至少一者的一電壓脈衝之一量值；由該第
一光學腔室產生之一脈衝光束之一重複率；及該第一光學腔室中之該增益

介質之一壓力；且該第一磁開關網路之該等操作特性包含該第一磁開關網路中之該等磁芯中之一或多者之一溫度；且

該第二光學腔室包含一加壓增益介質，且該第二激發機構包含兩個電極；該第二光學腔室之該等操作特性包含以下中之一或多者：施加至該第二光學腔室中之該等電極中之至少一者之一電壓脈衝之一量值；由該第二光學腔室產生之一脈衝光束之一重複率；及該第二光學腔室中之該增益介質之一壓力；且該第二磁開關網路之該等操作特性包含該第一磁開關網路中之該等磁芯中之一或多者之一溫度。

7. 如條項1之系統，其中該第一光學子系統包含一主振盪器，且該第二光學子系統包含一功率放大器。

8. 如條項1之系統，其中該脈衝種子光束及該脈衝輸出光束皆包含在深紫外線(DUV)範圍內之一或多個波長。

9. 如條項8之系統，其中該第一氣態增益介質包含氟化氬(ArF)、氟化氪(KrF)或氟化氙(XeCl)；且該第二氣態增益介質包含氟化氬(ArF)、氟化氪(KrF)或氟化氙(XeCl)。

10. 如條項1之系統，其進一步包含：

一第一監測模組，其經組態以量測該第一光源之該一或多個操作特性，並向該控制器提供該第一光學系統之該一或多個操作特性之該指示；及

一第二監測模組，其經組態以量測該第二光源之該一或多個操作特性，並向該控制器提供該第二光學系統之該一或多個操作特性之該指示。

11. 一種控制系統，其包含：

一監測模組，其經組態以存取一光學系統之一或多個操作特性，該

光學系統包含一光源及一磁開關網路；及

一命令模組，該命令模組經組態以：

控制一電源供應器以提供一電量給磁耦合至該磁開關網路之一電網路，

其中該磁開關網路經組態以向該光源提供一激發脈衝，

該電量使該磁開關網路之一磁芯處於一非飽和或反向飽和狀態，且

該電量之一或多個性質基於該光學系統之該一或多個操作特性。

12. 如條項11之控制系統，其中

該光學系統之該一或多個操作特性包含以下各項中之任一者：提供給該光源之一激發電壓之一量值、由該光源產生之脈衝光束之一重複率、該磁芯之一溫度及該光源中之一氣態增益介質之一壓力。

該電量之該一或多個性質包含一振幅及一持續時間。

13. 如條項11之控制系統，其中該電量包含一電壓或一電流。

14. 如條項13之控制系統，其中該電量包含一直流(DC)電流，且該DC電流之該振幅基於該光學系統之該一或多個操作特性。

15. 如條項13之控制系統，其中該命令模組進一步經組態以基於該光學系統之該一或多個操作特性來判定一命令信號，且基於該命令信號來控制該電源供應器。

16. 如條項15之控制系統，其中該電量之該一或多個性質包含一振幅及一持續時間，該振幅具有取決於該等操作特性中之一或多者的一值，且該持續時間具有取決於該等操作特性中之一或多者的一值。

17. 如條項11之控制系統，其中該控制器在由該光學系統產生之該脈衝光束中之複數個脈衝中之每一脈衝之後控制該電源供應器，使得該磁

開關之該磁芯在產生該複數個脈衝中之每一者之後處於該非飽和或反向飽和狀態。

18. 如條項17之控制系統，其中該複數個脈衝係一脈衝叢發中之連續脈衝。

19. 如條項17之控制系統，其中該複數個脈衝包含一第一脈衝叢發中之一第一脈衝及一第二脈衝叢發中之一第二脈衝。

20. 如條項17之控制系統，其中該電量之一個性質具有在該複數個脈衝中之一第一者之後使該磁芯處於該非飽和或反向飽和狀態的一第一值及在該複數個脈衝中之一第二者之後使該磁芯處於該非飽和或反向飽和狀態的一第二值，且該第一值不同於該第二值。

21. 一種方法，其包含：

基於包含一雷射系統之一光學系統之一或多個操作特性來判定一電量之一或多個性質；

藉由提供該電量給磁耦合至一磁開關網路之一磁芯之一線圈來調整該磁芯之一阻抗；及

在調整該磁芯之該阻抗之後，產生一光脈衝，其中產生該光脈衝包含：使該磁芯飽和，使得提供一電脈衝給該雷射系統之一激發機構。

22. 如條項21之方法，其中該電量包含一電流，且該電量之該一或多個性質包含一量值或一持續時間。

23. 如條項21之方法，其中該一或多個操作特性包含以下各項中之一或多者：提供給該雷射系統之一激發電壓之一量值、由該雷射系統產生之一脈衝光束之一重複率、該磁芯之一溫度，及該雷射系統之一氣態增益介質之一壓力。

24. 如條項21之方法，其中調整該磁芯之該阻抗包含將該磁芯之該阻抗調整至一預定位準。

25. 如條項21之方法，其中調整該磁芯之該阻抗包含使該磁芯處於一反向飽和狀態。

【0121】前述及其他實施方案在以下申請專利範圍之範疇內。

【符號說明】

【0122】

100: 系統

110: 光源

113: 激發機構

113a: 電極

113b: 電極

115: 放電腔室

116: 脈衝光束

119: 增益介質

120: 監測模組

130: 命令模組

133: 輸出

134: 輸出節點

135: 諧振充電電路

140: 偏壓電源供應器

141: 高壓電源供應器

142: 電源

- 143: 電容器
- 144: 電感器
- 145: 開關
- 146: 峰值電容器
- 147: 反射電流
- 148: 開關
- 149: 電量
- 150: 開關網路
- 151: 磁芯
- 152: 脈衝產生網路
- 153: 磁開關
- 154: 電容器
- 155: 電脈衝
- 156: 電網路
- 158: 電感器
- 159: 電容器
- 160: 磁化強度曲線
- 161: 反向飽和區域
- 162: 正向飽和區域
- 163: 操作點
- 164: 路徑
- 167: 工作點
- 200: 系統

210_1: 兩級雷射系統
210_2: 兩級雷射系統
213_1a: 電極
213_2a: 電極
213_1b: 電極
213_2b: 電極
215_1: 第一放電腔室
215_2: 第二放電腔室
216_1: 脈衝種子光束
216_2: 經放大脈衝光束/輸出光束/經放大光束
219_1: 氣態增益介質
219_2: 氣態增益介質
220_1: 監測模組
220_2: 監測模組
230: 命令模組
250_1: 開關網路
250_2: 開關網路
251_1: 磁芯
251_2: 磁芯
330: 命令模組
331: 電子處理模組
332: 電子儲存模組
333: 輸入/輸出(I/O)介面

335: 查找表

336: 偏壓控制模組

337: 雷射命令模組

357: 指令信號

413_1: 電極

413_2: 電極

445_1: 開關

446_1: 峰值電容器

447_1: 反射電流

449a_1: 電量

449a_2: 電量

449b_1: 電量

449b_2: 電量

450: 開關網路

451a_1: 磁芯

451a_2: 磁芯

451b_1: 磁芯

451b_2: 磁芯

453a_1: 磁開關

453a_2: 磁開關

453b_1: 磁開關

453b_2: 磁開關

454_1: 電容器

456a_1: 電網路
456a_2: 電網路
456b_1: 電網路
456b_2: 電網路
458_1: 電感器
459_1: 電容器
470_1: 第一換向器
470_2: 第二換向器
472_1: 壓縮頭
472_2: 壓縮頭
473_1: 升壓變壓器
474_1: 電容器
500: 深紫外線(DUV)光學系統
505: 控制系統
510: 光產生模組
512: 光學振盪器
513-a: 陰極
513-b: 陽極
515: 放電腔室
516: 曝光光束/輸出光束
519: 氣態增益介質
570: 計量系統
571: 感測器

580: 掃描器裝置
581: 投影光學系統
582: 晶圓
583: 晶圓固持器
584: 狹縫
585: 遮罩
586: 透鏡系統
589: 流體導管
590: 氣體供應系統
591: 腔室
595: 光譜調整裝置
596: 輸出耦合器
598: 光譜分析裝置
599: 光束準備系統
600: 光微影系統
610: 光產生模組
612-1: 主振盪器(MO)
612-2: 功率放大器(PA)
613a_1: 電極
613a_2: 電極
613b_1: 電極
613b_2: 電極
615_1: 放電腔室

615_2: 放電腔室
616: 脈衝光束/輸出光束/光束
618: 種子光束/光束
619_1: 增益介質
619_2: 增益介質
663_1: 第一腔室窗口
663_2: 第一腔室窗口
664_1: 第二腔室窗口
664_2: 第二腔室窗口
668: 線中心分析模組
669: 光束耦合光學系統
678: 內部
690: 氣體管理系統
692: 光學元件
695: 線窄化模組
696: 輸出耦合器
699: 光束準備系統
H: 磁場量
h1: 振幅
h2: 振幅
i1: 電流
i2: 電流
w1: 時間寬度
w2: 時間寬度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種光學系統，其包含：

一第一光學子系統，其經組態以產生一脈衝種子光束(pulsed seed light beam)，該第一光學子系統包含：

一第一光學腔室，其經組態以容納(hold)一第一氣態增益介質；及

一第一激發機構，其位於該第一光學腔室中；

一第二光學子系統，其經組態以基於該脈衝種子光束產生一脈衝輸出光束，該第二光學子系統包含：

一第二光學腔室，其經組態以容納一第二氣態增益介質；及

一第二激發機構，其位於該第二光學腔室中；

一第一磁開關網路(magnetic switching network)，其經組態以啟動該第一激發機構，其中啟動該第一激發機構致使該第一光學子系統產生該脈衝種子光束之一脈衝；

一第二磁開關網路，其經組態以啟動該第二激發機構，其中啟動該第二激發機構致使該第二光學子系統產生該脈衝輸出光束之一脈衝；及

一控制器，其經組態以：

基於一第一指示調整該第一磁開關網路中之一或多個磁芯(magnetic core)之一阻抗(impedance)，其中該第一指示包含該第一光學子系統及該第一磁開關網路中之一或多者之一或多個操作特性的一指示；及

基於一第二指示調整該第二磁開關網路中之一或多個磁芯之一阻抗，其中該第二指示包含該第二光學子系統及該第二磁開關網路中

之一或多者之一或多個操作特性的一指示。

【請求項2】

如請求項1之系統，其中

該控制器經組態以在啟動該第一激發機構之前調整該第一磁開關網路中之該一或多個磁芯之該阻抗；且

該控制器經組態以在啟動該第二激發機構之前調整該第二磁開關網路之該一或多個飽和磁芯之該阻抗。

【請求項3】

如請求項1之系統，其中

該第一磁開關網路包含：

一第一換向器模組，其包含：一第一飽和電抗器及一第一磁芯，
及

一第一壓縮模組，其包含：一第二飽和電抗器及一第二磁芯；

該第二磁開關網路包含：

一第二換向器模組，其包含：一第三飽和電抗器及一第三磁芯，
及

一第二壓縮模組，其包含：一第四飽和電抗器及一第四磁芯；且

該控制器經組態以：

基於一或多個操作特性之該第一指示調整該第一磁芯及該第二磁芯之該阻抗，及

基於一或多個操作特性之該第二指示調整該第三磁芯及該第四磁芯之該阻抗。

【請求項4】

如請求項1之系統，其中

該控制器經組態以藉由提供電流給一或多個線圈來調整該第一磁開關網路之該一或多個磁芯之該阻抗，其中該一或多個線圈中之每一者磁耦合至該第一磁開關網路之該一或多個磁芯中之一者，且該電流之一或多個性質基於該第一指示；且

該控制器經組態以藉由提供電流給一或多個線圈來調整該第二磁開關網路之該一或多個磁芯之該阻抗，其中該一或多個線圈中之每一者磁耦合至該第二磁開關網路之該一或多個磁芯中之一者，且該電流之一或多個性質基於該第二指示。

【請求項5】

如請求項4之系統，其中該電流之該一或多個性質包含該電流之一振幅。

【請求項6】

如請求項1之系統，其中

該第一光學腔室包含一加壓增益介質，且該第一激發機構包含兩個電極；該第一光學腔室之該等操作特性包含以下中之一或多者：施加至該第一光學腔室中之該等電極中之至少一者的一電壓脈衝之一量值；由該第一光學腔室產生之一脈衝光束之一重複率；及該第一光學腔室中之該增益介質之一壓力；且該第一磁開關網路之該等操作特性包含該第一磁開關網路中之該等磁芯中之一或多者之一溫度；且

該第二光學腔室包含一加壓增益介質，且該第二激發機構包含兩個電極；該第二光學腔室之該等操作特性包含以下中之一或多者：施加至該第二光學腔室中之該等電極中之至少一者的一電壓脈衝之一量值；由該第

二光學腔室產生之一脈衝光束之一重複率；及該第二光學腔室中之該增益介質之一壓力；且該第二磁開關網路之該等操作特性包含該第一磁開關網路中之該等磁芯中之一或多者之一溫度。

【請求項7】

如請求項1之系統，其中該第一光學子系統包含一主振盪器，且該第二光學子系統包含一功率放大器。

【請求項8】

如請求項1之系統，其中該脈衝種子光束及該脈衝輸出光束皆包含在深紫外線(DUV)範圍內之一或多個波長。

【請求項9】

如請求項8之系統，其中該第一氣態增益介質包含氟化氬(ArF)、氟化氪(KrF)或氟化氙(XeCl)；且該第二氣態增益介質包含氟化氬(ArF)、氟化氪(KrF)或氟化氙(XeCl)。

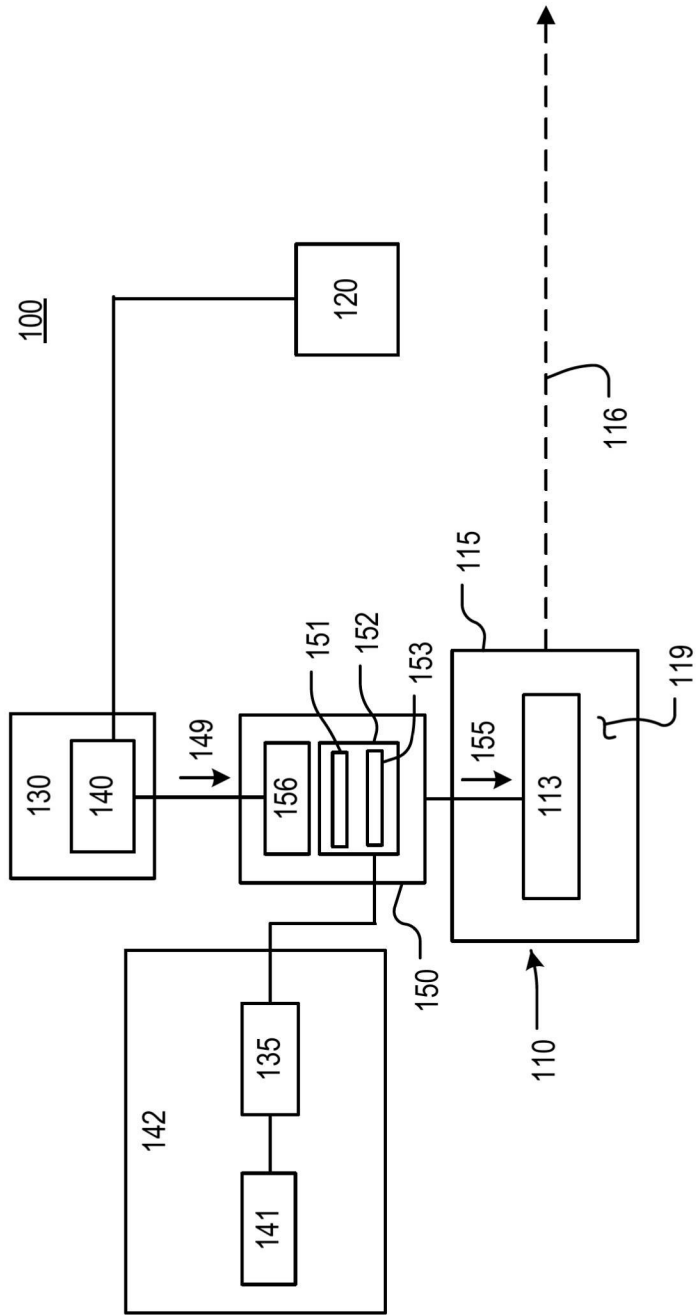
【請求項10】

如請求項1之系統，其進一步包含：

一第一監測模組，其經組態以量測該第一光學腔室之一或多個操作特性，並向該控制器提供該第一光學子系統之該一或多個操作特性之該指示；及

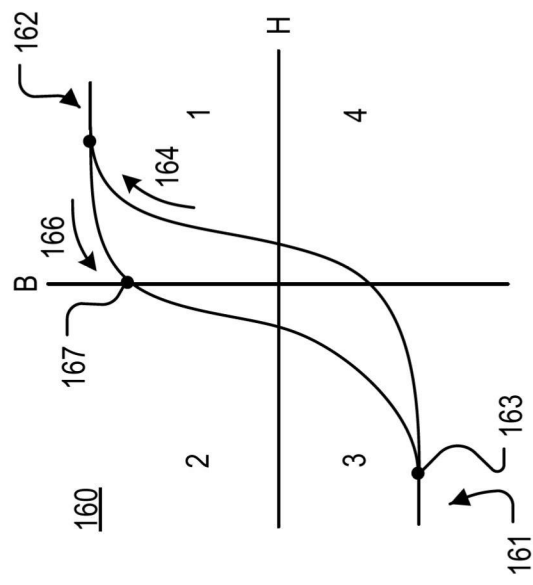
一第二監測模組，其經組態以量測該第二光學腔室之一或多個操作特性，並向該控制器提供該第二光學子系統之該一或多個操作特性之該指示。

【發明圖式】

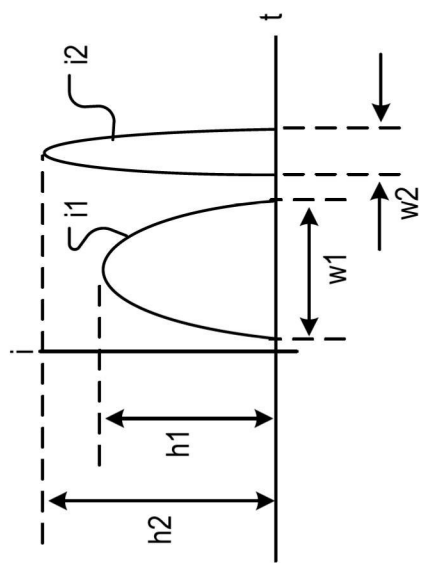


【圖1A】



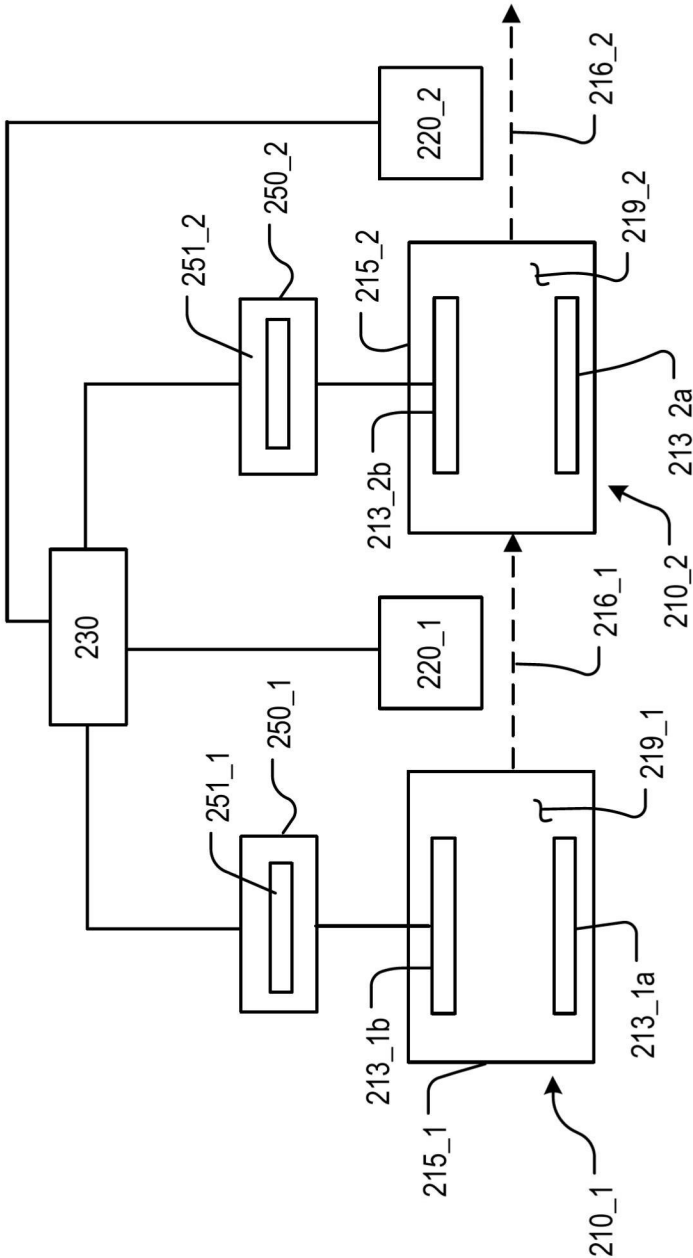


【圖1C】

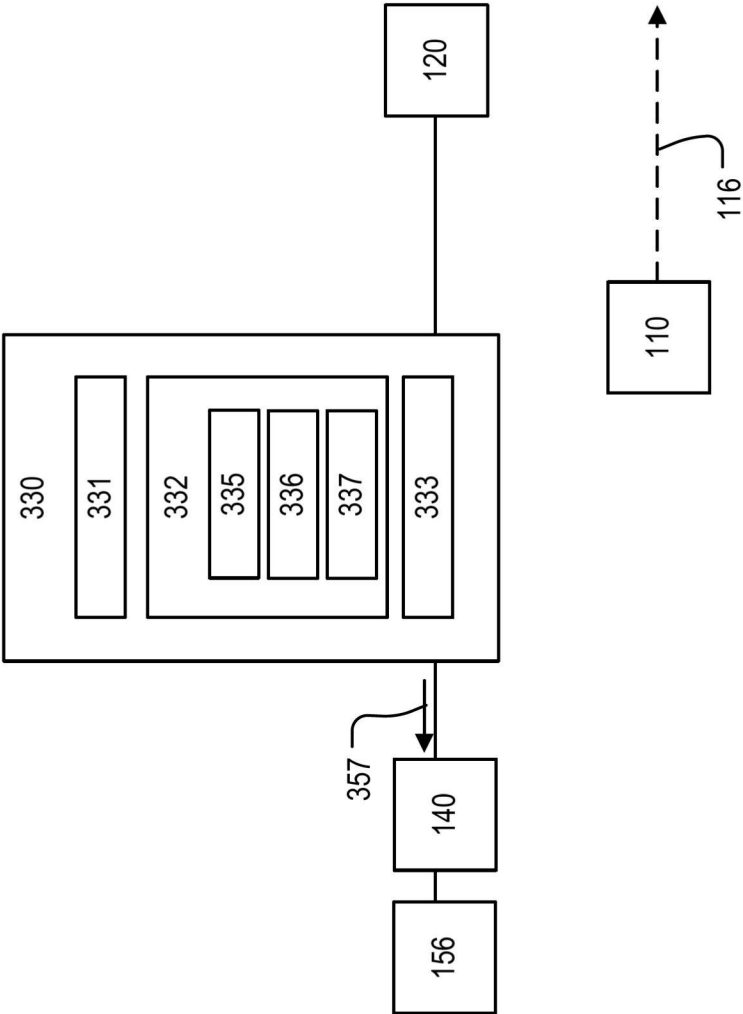


【圖1D】

200

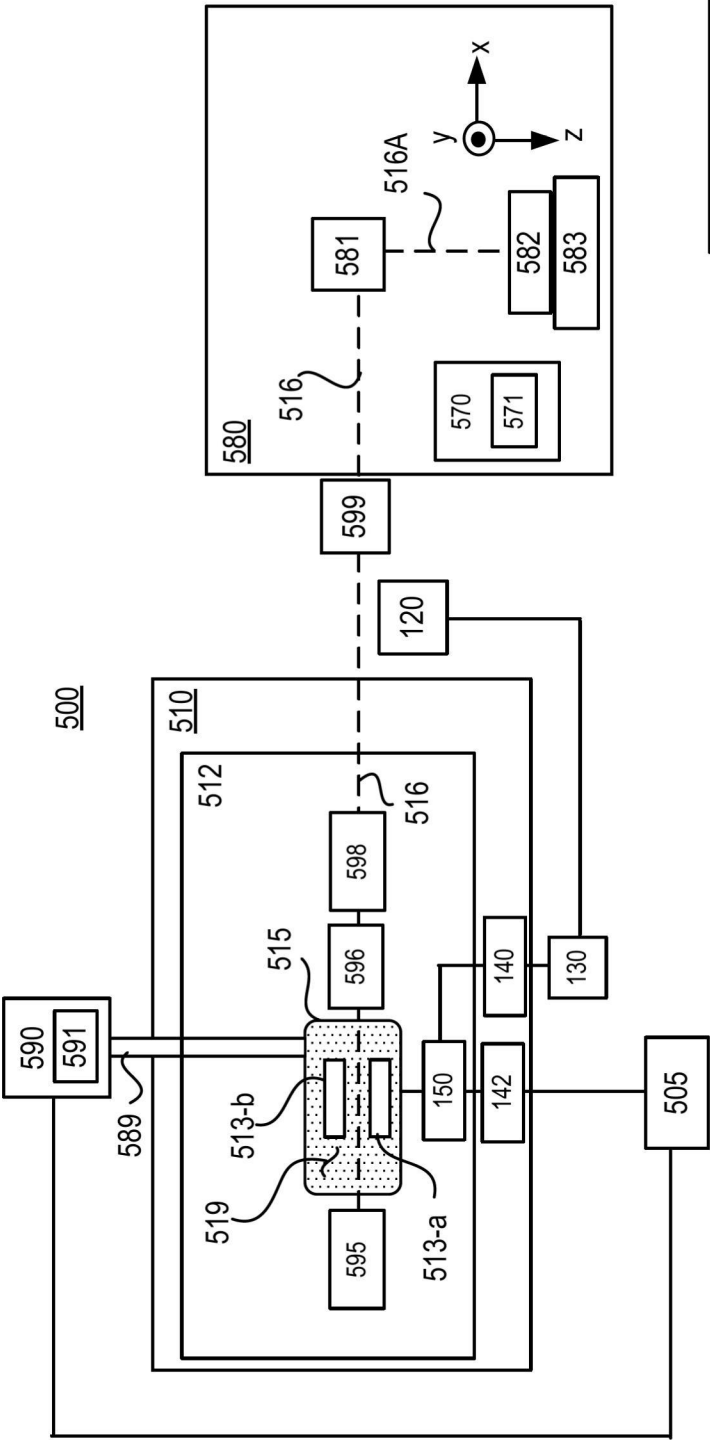


【圖2】

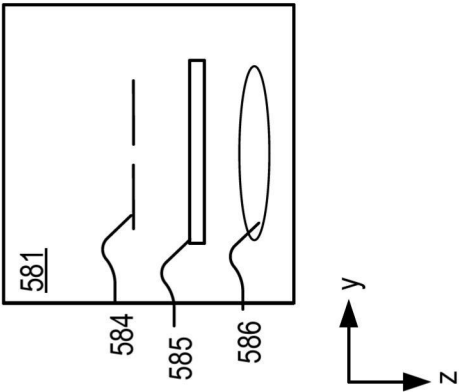


【圖3】

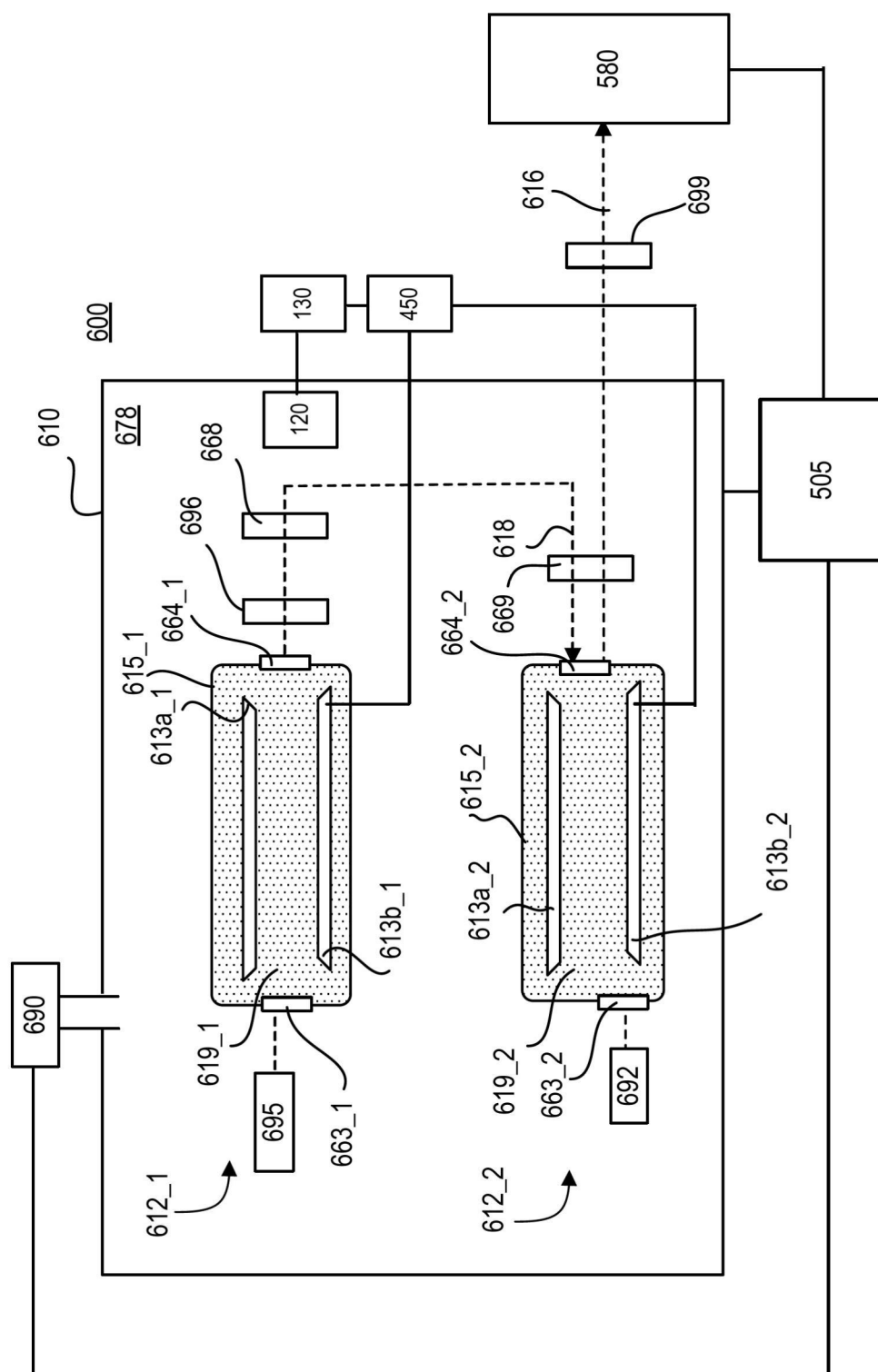
【4回】



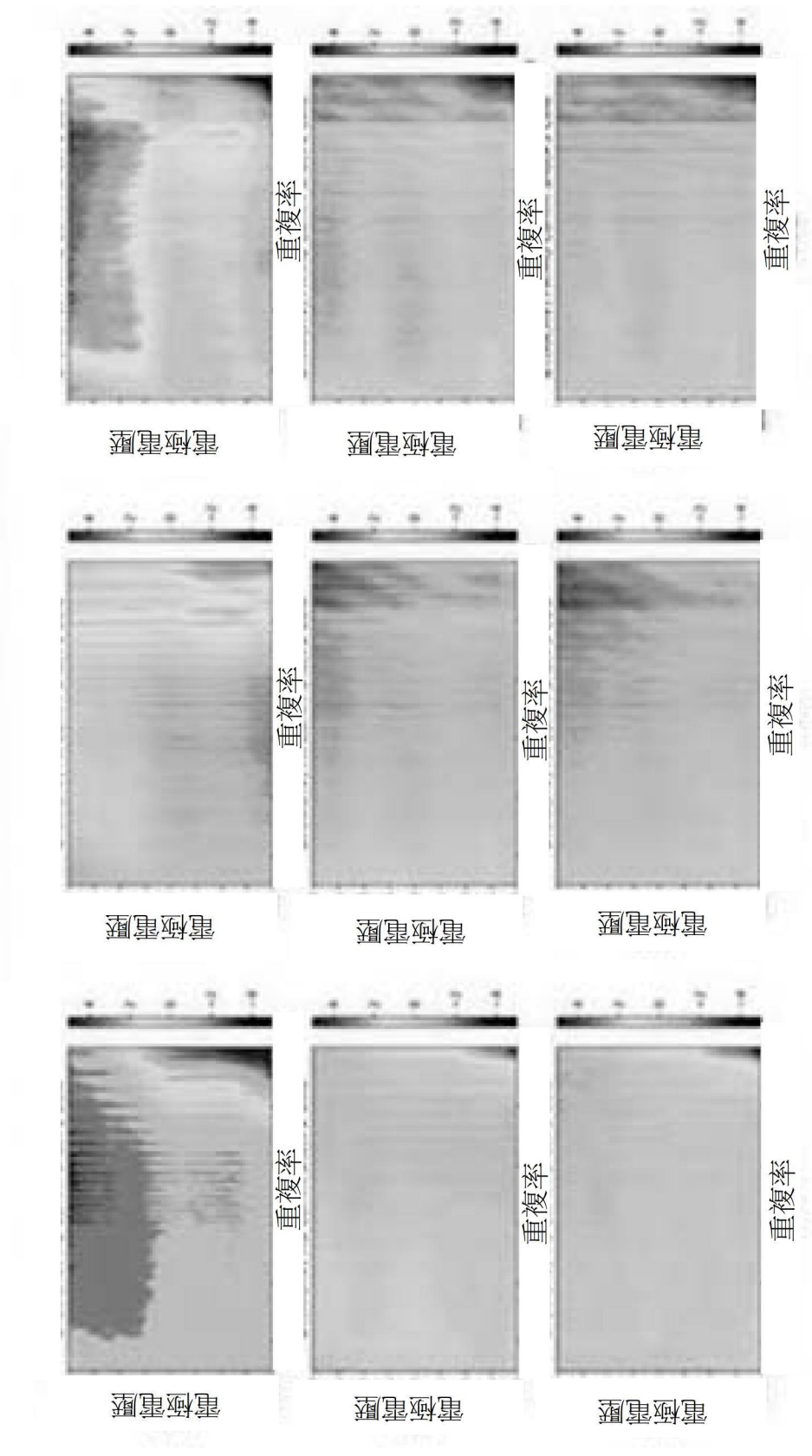
【圖 5A】



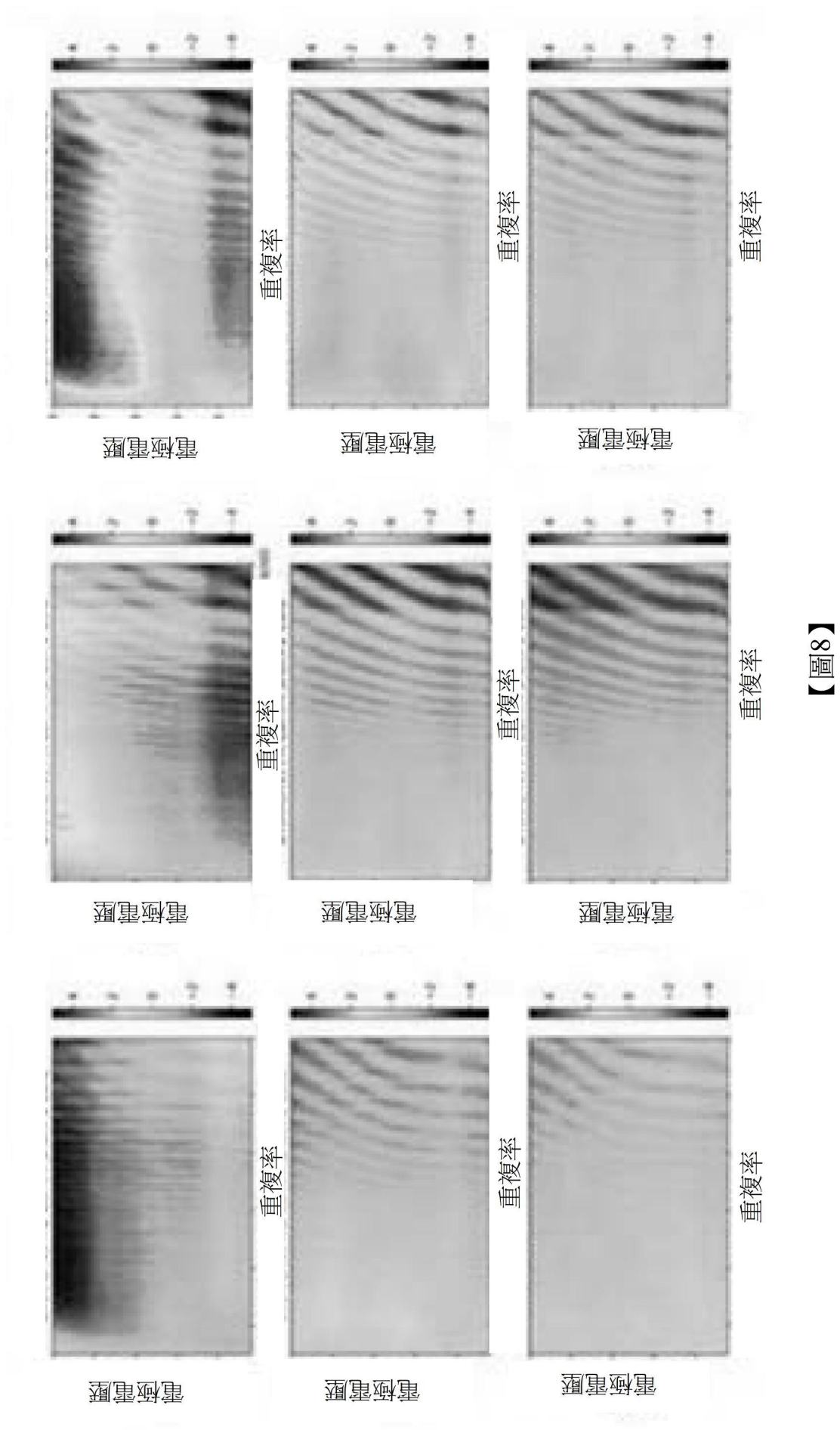
【圖 5B】



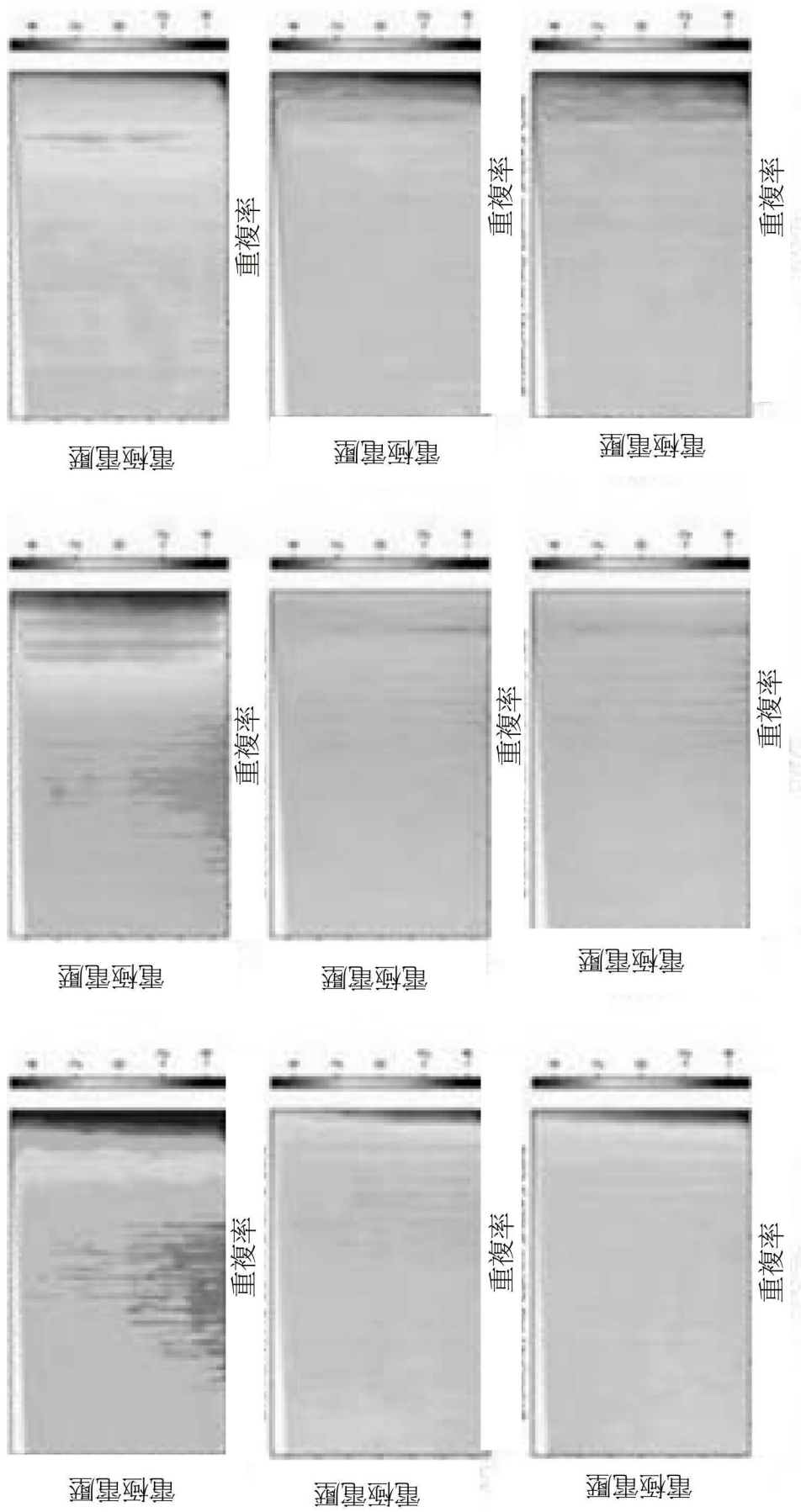
【回6】



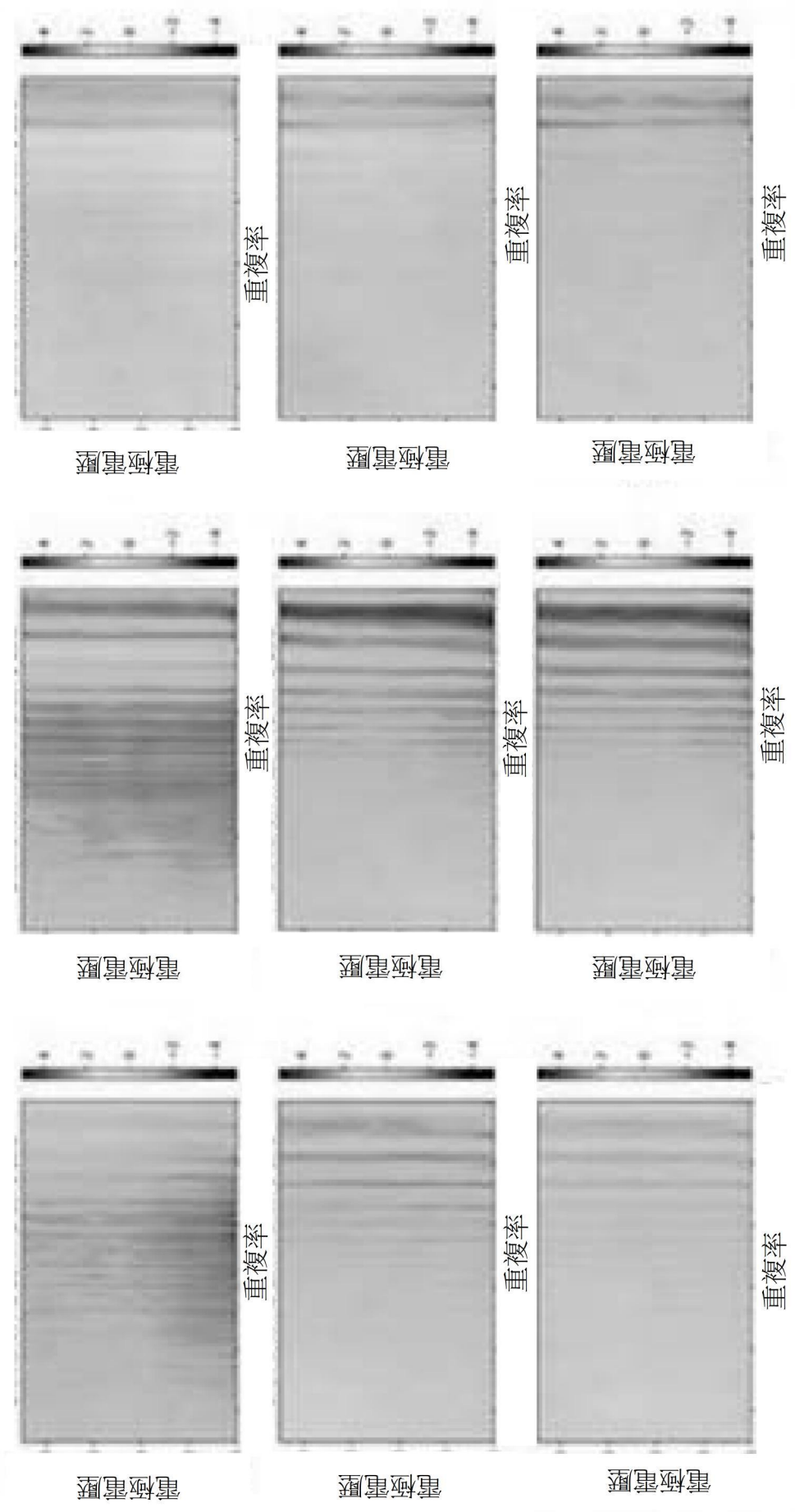
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】