

發明專利說明書 200423116

(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： 92128370

※ 申請日期： 92.10.15

※IPC 分類： G11B 7/26

壹、發明名稱：(中文/日文)

光記錄媒體原盤曝光裝置及光記錄媒體原盤之曝光方法

光記錄媒体原盤露光裝置及び光記錄媒体原盤の露光方法

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商新力股份有限公司

SONY CORPORATION

代表人：(中文/英文)

安藤 國威

KUNITAKE ANDO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都品川區北品川六丁目七番35號

7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME, SHINAGAWA-KU, TOKYO,
JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

參、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

玉田 作哉

SAKUYA TAMADA

住居所地址：(中文/英文)

日本東京都品川區北品川六丁目七番35號

7-35, KITASHINAGAWA 6-CHOME, SHINAGAWA-KU, TOKYO,
JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家（地區）申請專利：

1. 日本；2002年10月15日；特願2002-300840
2. 日本；2002年10月15日；特願2002-300839
- 3.
- 4.
- 5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【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年10月15日；特願2002-300840
2. 日本；2002年10月15日；特願2002-300839
- 3.
- 4.
- 5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於藉由照射來自曝光光源的光至塗敷有光阻的光記錄媒體原盤上之措施，而進行對應於記錄資訊的圖案曝光之光記錄媒體原盤曝光裝置及光記錄媒體原盤之曝光方法之相關技術。

【先前技術】

製造CD(Compact Disc)、MD(Mini Disc)、DVD(Digital Versatile Disc)等之各種光碟、光磁碟等之光記錄媒體時之光記錄媒體原盤，係例如在圓盤狀之原盤用基板上覆蓋著光阻，且對應於記錄資訊之凹凸圖案係經由曝光和顯像而形成於該表面，亦即經由所謂的切割而形成。

進行該切割之環狀作動裝置，亦即光記錄媒體原盤曝光裝置，係使用自曝光光源而射出的波長為400 nm左右之雷射光，例如Kr雷射($\lambda=413$ nm)或Ar雷射($\lambda=351$ nm)等之紫外波長帶域的連續振盪固體雷射光源，並介由對物透鏡而聚焦成繞射界限的微小光點，而照射於塗敷有抗蝕劑之原盤上，據此而進行曝光處理。

如上述之各種光記錄媒體，係隨著提高其記錄容量之高密度化，而被要求坑洞或溝槽的加工尺寸之細微化。但，當被要求0.25 μm 以下的尺寸而作為該坑洞的加工尺寸時，則上述之光記錄媒體原盤曝光裝置所使用之氣體雷射的波長，係即使作成集光透鏡的數值孔徑NA接近於1的透鏡，亦無法充分聚焦雷射光。因此，目前在光記錄媒體原

盤的製作上，極難以精度佳地加工成 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 以下之尺寸。

例如，作為加工細微圖案之技術，而揭露有將波長 532 nm 的半導體雷射激發高輸出綠色雷射作為激發光源，並使用外部共振器構造的第2諧波產生裝置而產生波長 266 nm 之紫外雷射光，且作為光束光點尺寸係使用數值孔徑 $\text{NA}=0.9$ 之無像差對物透鏡，而取得 $0.36\text{ }\mu\text{m}$ 之虛幻光點之例(例如，參考特開平7-98891號公報)。

近年來，更加速光碟的高密度化之傾向，目前則必須形成更微小之坑洞，例如必須形成 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 以下，且被要求更短波長之光源。作為可利用於光記錄媒體原盤曝光裝置之具有安定性、低雜訊、以及光束品質之連續振盪之雷射光源，則為市售之Deep UV振盪水冷卻氬氣雷射(以波長 229 nm 而取得輸出 40 mW ，且以波長 238 nm 而取得輸出 100 mW)，其係在氬氣雷射的共振器內設置有 BaB_2O_4 (BBO)等之非線形光學結晶。然而，波長比係 $229/266=0.86$ ，為了獲得 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 以下之分解能，則必須併用更高NA之對物透鏡等。而且，由於使用多量的冷卻水，故亦具有必須迴避所組裝的機器內之振動的對策之不便處。

進而作為高NA之光學系統，而進行利用使用 $\text{NA}>1$ 之固體影像透鏡(SIL)之近接濾光光學系統的手段之技術檢討。然而，其工作距離係在 100 nm 以下，例如極狹窄至數 10 nm ，而必須充分留意塵埃之混入、或光記錄媒體原盤的表面平滑性等之情形，並具有光記錄媒體原盤之旋轉數無法更為提高之問題。

作為另外之高分解能化之手段，則在最近係提案有使用電子光束曝光裝置之微小坑洞加工法(例如，參考專利第3233650號公報。)。

然而，使用電子光束之方法係必須具備真空裝置，且形成在真空中具有玻璃原盤之高精度高旋轉機構等之大規模的裝置。

另一方面，近年來，由於開發具有負的群速度分散之游離修正電介質反射鏡，故不使用稜鏡配對或標準樣式配對，而由以極度壓縮之構成而能實現彩色透鏡模式鎖定方式的高重覆頻率之Ti：Sapphire(鈦·藍寶石)所組成之超短脈衝雷射光源，係已多少被實用化。

該超短脈衝雷射光源之重覆頻率R係由共振器長度L而決定，且定在波型(例如Z字型之光程時)係由 $R=c/2L$ (c：光速)，而進行波型(例如環狀型之光程時)係由 $R=c/L$ 所供應。

揭露2 GHz的高重覆頻率之振盪器已被實用化之例而作為其一例。例如欲獲得2 GHz之重覆頻率時，在環型之情形時，則共振器長度L係成為15 cm(例如參考河田聰編，日本分光學會測定法系列38「超解像之光學」、學會出版中心，1999年3月20日，第79頁。)。

該Ti：Sapphire超短脈衝雷射光源，係由半導體雷射激發高輸出綠色雷射所激發，並以中心波長760 nm至840 nm之間，例如800 nm而施以脈衝振盪，而能安定地取得平均輸出1 W，脈衝寬幅(FWHM：Full Width at Half Maximum，半值全幅)為100 fs(100×10^{-15} 秒)以下，例如23 fs者。光束之

橫向模式係具有TEM00而雜訊亦為0.1%以下之優異性能。此外，例如Spectra Physics公司之Tsunami系列、Coherent公司之Mira系列等，重覆頻率80 MHz且脈衝寬幅(FWHM) 100 fs以下，平均輸出1 W以上者係已被實用化。

此外，亦揭露有使用如此之超短脈衝雷射光源而產生2光子吸收過程，而形成較因利用非線形光學效應之超解像特性之繞射界限更細微之圖案之情形(例如，參考河田聰編、日本分光學會測定法系列38「超解像之光學」、學會出版中心、1999年3月20日、第79頁、以及S. Kawata et al: "Fine features for functional microdevices", Nature, 2001, Vol. 412, p. 697。)。

在上述文獻中，係揭露使用波長780 nm、重覆頻率76 MHz、脈衝寬幅100 fs之雷射、數值孔徑NA 1.4之對物透鏡，而形成寬幅120 nm之圖點狀圖案之例。

然而，現狀係利用2光子吸收過程，並藉由圖案曝光而形成光記錄媒體用的記錄資訊之調變信號於抗蝕劑上，而利用於光記錄媒體原盤的曝光之技術係尚未實現。

本發明係有鑑於如上述之情形而創作，其目的在於提供一光記錄媒體原盤曝光裝置及光記錄媒體之曝光方法，其係能高精度地形成細微之坑洞，並可大幅提升生產性。

【發明內容】

本發明係設置有：

調變手段，其係將來自曝光光源的光予以對應於記錄資訊而進行光強度調變；以及

集光光學系統，其係將經該調變手段所調變的光予以集光於光記錄媒體原盤上之光阻上；

且因應於記錄資訊而將光阻施以圖案曝光之光記錄媒體原盤曝光裝置，其係作成曝光光源係由記錄資訊之時脈頻率的1倍以上20倍以下的整數倍之重覆頻率之超短脈衝雷射所構成，並將該超短脈衝雷射的共振器長度作成可變方式，並使超短脈衝雷射之重覆頻率同步於時脈頻率而進行模式鎖定，且設置使脈衝振盪之外部同步機構之構成。

此外，本發明係在上述之光記錄媒體原盤曝光裝置當中，作成在曝光光源和調變手段之間，設置有高次諧波產生手段，其係將超短脈衝雷射光源作為激發光源而藉由使用非線形光學元件之波長變換，而射出短波長化的光之構成。

進而本發明係將一來自曝光光源的光予以對應於記錄資訊而進行光強度調變，並將經該調變手段所調變的光予以集光於光記錄媒體原盤上之光阻上，且因應於記錄資訊而將光阻施以圖案曝光之光記錄媒體原盤曝光裝置之曝光方法，其係由記錄資訊之時脈頻率的1倍以上20倍以下的整數倍之重覆頻率之超短脈衝雷射而構成曝光光源，並設置外部同步機構，其係將該超短脈衝雷射的共振器長度作成可變方式，並使超短脈衝雷射之重覆頻率同步於時脈頻率而進行模式鎖定，並使脈衝振盪。

此外，本發明之光記錄媒體原盤曝光裝置，係設置有：

調變手段，其係將來自曝光光源的光予以對應於記錄資

訊而進行光強度調變；以及

集光光學系統，其係將經該調變手段所調變的光予以集光於光記錄媒體原盤上之光阻上；

且因應於記錄資訊而將光阻施以圖案曝光之光記錄媒體原盤曝光裝置，其係作成由記錄資訊的時脈頻率的10倍以上20倍以下之重覆頻率之超短脈衝雷射而構成曝光光源之構成。

進而本發明係在上述之構成當中，作成在曝光光源和調變手段之間，設置有高次諧波產生手段，其係將超短脈衝雷射光源作為激發光源而藉由使用非線形光學元件之波長變換，而射出短波長化的光之構成。

此外，本發明係一將來自曝光光源的光予以對應於記錄資訊而進行光強度調變，並將經調變手段所調變的光，予以集光於光記錄媒體原盤上之光阻上，且因應於記錄資訊而將光阻施以圖案曝光之光記錄媒體原盤之曝光方法，其係將曝光光源作成記錄資訊之時脈頻率的10倍以上20倍以下之重覆頻率之超短脈衝雷射。

進而本發明係在上述之各光記錄媒體原盤之曝光方法中，將自前述曝光光源所射出的光，依據將曝光光源作為激發光源之高次諧波產生手段，並藉由使用非線形光學元件之波長變換，施以短波長化而射出。

如上述，本發明之一，係使用超短脈衝雷射光源而作為曝光光源，並且將其重覆頻率作成記錄資訊之時脈頻率的1倍以上20倍以下之整數倍，而且設置外部同步機構，其係

將該超短脈衝雷射之共振器長度作成可變之方式。

光碟之記錄資訊信號之時脈頻率，在CD時係4.3 MHz，而在DVD時係26 MHz。此外，近年來備受矚目之高密度光碟，其再生光之波長 λ 係405 nm，對物透鏡之數值孔徑NA係0.85，而正開發之所謂Blu-ray Disc時，則係66 MHz。例如由於Blu-ray Disc時為66 MHz，故和超短脈衝雷射的重覆頻率大致相同程度，而必須配合資訊資料信號和雷射之脈衝振盪之時序。

在本發明中係設置外部同步機構，其係用以調整作為曝光光源而使用之超短脈衝雷射光源之共振器長度，據此而進行共振器長度之調整，且重覆頻率係作成通道時脈的1以上20以下之整數倍，亦即1倍、2倍、3倍、...20倍之狀態。

如此處理而藉由使其同步之措施，即能以來自超短脈衝雷射光源的光作為曝光光源，並確實進行同步於CD、DVD、Blu-ray Disc等之各種光記錄媒體所記錄的資訊信號之圖案曝光。

另一方面，上述之另外的本發明，係使用超短脈衝雷射光源而作為光記錄媒體原盤曝光裝置之曝光光源，並且將其頻率作成記錄資訊之時脈頻率的10倍以上20倍以下之重覆頻率。

光記錄媒體之記錄資訊信號之時脈，係如上述在CD時係4.3 MHz，DVD時係26 MHz，此外，Blu-ray Disc時係66 MHz。若使用以此等頻率的10倍程度以上之高重覆頻率所振盪之超短脈衝雷射光時，則在光記錄媒體的資訊信號記

錄之際，因能使脈衝間隔充分小於信號之間隔，故能使各脈衝得以積分平均化，而且由於能抑制坑洞信號等之圖案的偏移，使其不致於影響再生信號，故能和先前技術之連續振盪光作相同之處理，並能使再生時之信號跳動值作成10%以下。

該情形時，藉由外部同步機構等，而無須使脈衝雷射光和記錄資訊之時脈信號等作成同步，故能迴避裝置構成之複雜化。

而且此時，藉由將重覆頻率作成20倍以下，即能在進行細微的圖案曝光時，將超短脈衝雷射光的尖端輸出予以保持充分之輸出，且較習知更能精度佳地進行圖案曝光。

以上述之光記錄媒體之中，頻率最高的Blu-ray Disc之情形為例時，則使用以 $66 \times 10 = 660$ MHz以上之高重覆頻率所振盪之超短脈衝雷射即可。

亦即，如此之作成時脈頻率之10倍以上之重覆頻率時，由於係以極高之重覆頻率而進行脈衝振盪，故能和使用習知方法之連續振盪雷射光時相同地，具有無須精度佳地調整和資訊記錄信號之光調變器之時序，而能進行曝光之優點。

又，當光記錄媒體之時脈頻率係較上述之Blu-ray Disc更高時，若將超短脈衝雷射之重覆頻率作成10倍以上時，則恐有無法充分獲得尖端輸出之虞。當尖端輸出無法充分時，則難以產生後述之2光子吸收過程，而亦恐難以進行以微小的光點直徑為目的之曝光。

在該情形下，係以作成如前述之設置外部同步機構，且將超短脈衝雷射之重覆頻率作成光記錄媒體之時脈頻率的1倍以上10倍以下之整數倍，並同步於時脈信號之構成較為理想。

此外，在上述之各本發明中，在曝光光源和調變手段之間，設置高次諧波產生手段，並藉由射出依據使用非線形光學元件之波長變換，而使超短脈衝雷射光源施以短波長化而作為激發光源之光，而能取得更短波長之曝光光源。

如此，根據本發明之光記錄媒體原盤曝光裝置及光記錄媒體原盤曝光方法，則虛擬性地射出視為和連續光同等之重覆頻率較高之超短脈衝雷射光之曝光光源，或射出藉由以其作為激發手段之高次諧波產生手段而施以短波長化之超短脈衝雷射光，並藉由特定集光光學系統而將以光強度調變手段所調變之光，予以集光成繞射界限之光點尺寸，並照射於光阻，據此而相較於習知，則能進行更細微之圖案的坑洞等之凹凸圖案之曝光。

進而本發明係在上述之光記錄媒體原盤曝光裝置或光記錄媒體原盤之曝光方法中，藉由2光子吸收過程而施以光阻之曝光。使用尖端輸出(尖峰輸出)為極高之超短脈衝雷射光源而作為曝光光源，而且藉由集光光學系統而集光光束，據此而在抗蝕劑內能極有效率地產生2光子吸收過程。例如重覆頻率係1 GHz，且對物透鏡射出後之雷射的平均功率係10 mW時，光阻的表面上之光束光點內之光強度，係作成尖端輸出而達於 100 GW/cm^2 。

2光子吸收過程係非線形光學現象之一，且抗蝕劑之曝光係供應光束光點之強度分佈之2次方。抗蝕劑之2光子吸收截面積係小至 $10^{-46} \sim 10^{-47} \text{ cm}^4 \text{ s/photon}$ 程度之值，其抗蝕劑之感度雖低，但，產生數%之吸收。

如此，因以高效率而產生2光子吸收，故必須提高超短脈衝雷射光的尖端輸出。

在本發明中，雖係使用高重覆頻率之脈衝振盪，並且將其脈衝寬幅(FWHM)至少作成 $1 \text{ ps}(1 \times 10^{-12} \text{ 秒})$ 以下，但，藉由如此之規制脈衝寬幅，即能有效率地產生2光子吸收。

在抗蝕劑之曝光過程中，抗蝕劑面內之光源的光之吸收分佈，在通常之吸收時，係比例於光束強度分佈，而2光子吸收時，則比例於光束強度分佈之2次方。將光的吸收分佈表示於圖5。在圖5中，I係表示光束強度分佈，且相當於通常的吸收之情形。 I^2 係表示光束強度分佈之2次方，且對應於2光子吸收之情形。虛幻光點直徑d係成為

$$d = 1.22 \lambda / \text{NA}$$

。對物透鏡之數值孔徑NA係 $\text{NA} = 0.9$ ，波長 $\lambda = 267 \text{ nm}$ 時，其光點尺寸雖係 $0.36 \text{ }\mu\text{m}$ ，但，2光子吸收之情形時，則大致相當於 $1/\sqrt{2} = 0.7$ 倍之光束光點，亦即，相當於使用波長 190 nm 的曝光光源之通常的曝光時之光束光點尺寸。據此，記錄線密度係成為1光子之(通常的)曝光時之大約1.4倍。

此外，本發明係在上述之各光記錄媒體原盤曝光裝置及光記錄媒體原盤之曝光方法中，自集光光學系統而射出，並將集光於光阻之雷射光的光點形狀作成延伸於雷射光的

掃描方向之長圓形。

例如為了進行溝槽等之線狀的圖案之曝光，則脈衝間隔(重覆頻率之倒數)、掃描速度(圓盤狀之光記錄媒體原盤時之線速)即必須配合抗蝕劑之感度而作成最佳狀態。但，由於脈衝間隔係僅藉由頻道時脈而予以固定，故難以進行線狀的圖案之曝光。

根據上述之本發明，由於自集光光學系統而射出，並使集光於抗蝕劑之光束光點長圓化於光束掃描方向，故照射之光量分佈即擴大，並呈現平均化，且易於取得溝槽等的線狀之圖案。

進而在本發明中，係將光阻之吸收尖峰波長作成曝光光源之波長的一半以下。

如此，作為光阻而曝光光源之波長帶域係透明狀，且在其一半的波長當中，使用具有能吸收之材料，藉此而能有效地抑制通常之吸收(1光子吸收)。

2光子吸收係同時吸收2個光子，並遷移抗蝕劑的電子於1個光子所具有的能量之2倍能量程度上之準位。就吸收頻譜而言，由於相當於以曝光光源的波長之一半的波長之光(1光子)所激發之情形，故2光子吸收用之抗蝕劑，係藉由將吸收尖峰波長作成曝光光源的波長的一半以下，而能有效地產生2光子吸收，並能進行更細微之圖案曝光。

如此，在本發明中，由於使用超短脈衝雷射而作為曝光光源，進而以集光光學系統而將光束聚焦至繞射界限，故能高效率地進行2光子吸收，並經由2光子吸收過程，其抗

蝕劑之感光係可供應光束光點的強度分佈之2次方，且具有利用非線形效應之超解像特性，且能進行較繞射界限更細微之小坑洞的記錄。

【實施方式】

以下，參閱圖式而說明本發明之光碟原盤曝光裝置之一實施形態。

圖1係表示本發明之光記錄媒體原盤之曝光置裝置之一例之模式性的構成圖。在該例中，其係設置有：

調變手段3，其係將來自曝光光源1的光予以對應於記錄資訊而進行光強度調變；以及

集光光學系統9，其係在圖示之例中，將經該調變手段3所調變之光，予以集光於碟狀之光記錄媒體原盤11上之光阻12上；

且因應於記錄資訊而將光阻12施以圖案曝光。

如圖1所示，自曝光光源1所射出之脈衝雷射光，係介由在後段中詳細說明之高次諧波產生手段2，進而介由游離修正光學系統4而以反射鏡1a予以反射，並經由調變手段3而以反射鏡1b予以反射，且介由光束擴展器5而導入至集光光學系統9。在該集光光學系統9當中，雷射光係介由自動對焦光學系統6，其係在後段的實施例當中詳細說明其一例，而通過1/4波長板7，進而藉由反射鏡1c予以反射，並介由對物透鏡8a，其係藉由電磁致動裝置8b和8c而精度佳地調整來自光記錄媒體原盤11的距離，而照射於光記錄媒體原盤11上之例如特定記錄光軌位置上。此外，光記錄媒體原

盤11係固定於載置台10。載置台10係在本例中，藉由旋轉手段14而如前頭a所示之作旋轉動作，此外，集光光學系統9係雖未圖示，但，藉由例如配置於移動光學台上之措施，而使其移動於光記錄媒體原盤11的半徑方向，並能遍及光記錄媒體原盤上的全面而照射曝光用光。

繼而在本發明中，係由記錄資訊之時脈頻率的1倍以上20倍以下之整數倍的重覆頻率的超短脈衝雷射而構成曝光光源1。

將超短脈衝雷射光源之脈衝信號之模式性的波形表示於圖2A，此外，將藉由上述之調變手段3而使脈衝信號重疊於記錄資訊的信號波形S之狀態之模式性的波形表示於圖2B。如圖2A所示，適當地選定脈衝P的間隔，並將其頻率作成圖2C所示之記錄資訊之時脈信號C的1倍以上20倍以下的整數倍，圖示之例係作成1倍的頻率，且如圖2B所示，使其重疊於記錄資訊之信號S。在圖2B中，係以虛線P'而表示脈衝波形。據此，而能進行和記錄資訊同步之曝光，並可對應於記錄資訊而進行光阻之圖案曝光。

如此，為了使曝光光源之超短脈衝雷射的重覆頻率，能配合於記錄資訊之時脈頻率之整數倍，在本發明中係設置例如圖3所示之外部同步機構。在圖3中，30係例如利用Ti:Sapphire之超短脈衝雷射光源，50係表示外部同步機構。

首先，超短脈衝雷射光源30係半導體雷射(未圖示)等之激發光Li0為介由透鏡31、球面反射鏡32而射入至Ti:Sapphire等之雷射媒質34。自雷射媒質34所射出的光係反射於球面

反射鏡33，進而在反射於高反射反射鏡35之後，射入至分散補償稜鏡36a和36b。繼之，介由狹縫37並藉由高反射反射鏡38而予以反射。繼而再度通過狹縫37，並介由分散補償稜鏡36b和36a、高反射用反射鏡35、球面反射鏡33而返至雷射媒質34。作為曝光用光係介由輸出窗口(輸出耦合劑)39、光束分離器40，而將自雷射媒質34而返至球面反射鏡32之光作為射出光Li2而自外部取得。

繼而在本發明中，以由高速的光二極體等所構成之光檢測器41，檢測光束分離器40所部份輸出之光。繼而以相位檢測器43，將來自該光檢測器41之輸出，亦即雷射脈衝振盪之電氣信號、和記錄於光記錄媒體之資訊信號輸出裝置之時脈信號產生器42的輸出，進行相位比較。此處，在作成時脈信號之2以上的整數倍時，係進行和時脈信號產生器42的信號之整數倍的時脈信號之相位比較。繼之，將自相位檢測器43所輸出之信號，輸入至由PLL(Phase Lock Loop)電路等所構成之控制部44，並將變換成特定控制量之控制信號輸入至壓電驅動部45，而使固定於前述之高反射反射鏡38之壓電元件46，稍微移動於光軸方向，即能微幅調整雷射共振器之共振器長度。又，該例之共振器長度係形成自球面反射鏡32而達於高反射反射鏡38的光程之長度。

藉由作成如此之構成，而記錄資訊之時脈信號和雷射的振盪脈衝之間之跳動即能作成1 ps以下。

繼而由於資訊記錄信號之光調變器驅動信號亦同步於時脈信號而送訊，故超短脈衝雷射之脈衝振盪係能取得時序

狀態。將超短脈衝雷射光源之重覆頻率作成時脈信號的1倍，亦即使其同步時，當光阻係例如使用(1, 7)調變代碼而記錄時，在2T最短坑洞係照射2脈衝。若時脈信號之2倍的頻率，前述之Blu-ray Disc之情形時，則外部同步於132 MHz時，以能使共振器長度R成為 $R=c/2L=1136\text{ mm}$ (c係光速)之狀態而配置超短脈衝雷射裝置內的光學系統即可，而在2T最短坑洞係照射4脈衝之狀態。

又，在將超短脈衝雷射之重覆頻率作成時脈頻率的10倍以上時，為了如前述將跳動抑制在10%以內，則設置外部同步機構而雖未作成整數倍亦可，但，為了更確實地抑制跳動之情形，則設置外部同步機構並作成整數倍亦可，係自無爭議。

此外，雖根據所使用之超短脈衝雷射之輸出，但為了取得2光子吸收等多光子吸收的產生所必需之尖端輸出值，則作成8倍以下之整數倍較為理想。

特別是，使用於上述之Blu-ray Disc、或其以上之高時脈頻率之光記錄媒體時，則作成4倍以下之整數倍較為理想。

進而在作成時脈頻率之1~4倍之整數倍時，1記錄標記內之脈衝數係變少，且恐有形成跳動的問題之情形時，則並非在前述之圖2B中所示之矩形波狀之記錄，而藉由在1記錄標記內進行部份性地調整雷射輸出之所謂記錄補償，而能稍微調整光量的累計值之分佈，且能修正所形成之坑洞的形狀，據此而能抑制時序跳動等之下降。

此外，在另外之本發明中，係在上述之圖1所示之光記錄

媒體原盤曝光裝置當中，由記錄資訊之時脈頻率的10倍以上20倍以下之重覆頻率的超短脈衝雷射而構成曝光光源1。

將該超短脈衝雷射光源之脈衝信號之模式性的波形表示於圖4A，此外，將藉由上述之調變手段3而使脈衝信號重疊於記錄資訊的信號波形S之狀態的模式性的波形表示於圖4B。如圖4A所示，適當地選定脈衝p之間隔 p_t ，並作成圖2C所示之記錄資訊之時脈信號C的10倍以上之頻率，而如圖4B所示，重疊於記錄資訊的信號。據此而能虛擬性地進行被視為連續光之曝光，且能對應於記錄資訊而進行光阻之圖案曝光。在圖4A中， p_w 係脈衝寬幅。

又，當提高雷射振盪之重覆頻率而進行時，由於即使平均輸出係相同，而脈衝之尖端輸出亦下降，且後段之高次諧波產生或抗蝕劑之2光子吸收的效率亦下降，故超短脈衝雷射光源之重覆頻率係作成時脈信號的頻率之20倍以下。

此外，本發明係在上述之構成中，在曝光光源1和調變手段3之間，如圖1所示，作成設置高次諧波產生手段2，其係將超短脈衝雷射光源作為激發光源而藉由使用非線形光學元件之波長變換，而射出短波長化的光之構成。

將該高次諧波產生手段2之一例之模式性的構成表示於圖5。

在圖5中，26係表示第2諧波(SHG)產生部，27係表示延遲線單位，28係表示第3諧波(THG)產生部。射入至第2諧波產生部26之光 L_1 ，係介由集光用透鏡19a而射入至非線形光學結晶20，並介由集光透鏡19b而以諧波分離器21a予以反

射，並取出而作為L2-1，或在無設置該諧波分離器21a時，射入至延遲線單元27。

射入至延遲線單元27的光，係藉由諧波分離器21b而分割成基本波L1和第2諧波L2-2。基本波係藉由反射鏡22a、22b而予以反射，並射入至第3高諧波產生部28，而第2諧波L2-2係介由1/2波長板23，且藉由反射鏡22c、22d、21c而予以反射，並射入至第3諧波產生部28。

例如，F. Rotermund, et al: "Generation of the fourth harmonic of a femtosecond Ti: Sapphire laser" Optics Letters, July 1, 1998, Vol. 23, No. 13, p 1040中，前述之中心波長係使用800 nm之Ti: Sapphire超短脈衝雷射(重覆頻率82 MHz，脈衝寬幅85 fs，平均輸出1.9 W)，並藉由使用第2諧波產生(SHG)裝置，其係使用非線形光學結晶 LiB_3O_5 (LBO)之型態I之臨界相位整合，而能取得中心波長為400 nm，脈衝寬幅雖因群速度分散而若干擴展之例如100 fs，且平均輸出600 mW之超短脈衝雷射光。

在第2諧波產生當中使用型態I之相位整合時，由於基本波和第2諧波之偏光面係旋轉90°，故例如表示一例於圖5所示，在射入至使用型態I的相位整合之第2非線形光學結晶24之前，藉由設置齊集1/2波長板23於基本波L1之措施，而能使第2諧波L2-2的偏光面配合於基本波。

此外，由於因第1非線形光學結晶20內之波長分散，而延遲於基本波L1並射出第2諧波L2-2，故藉由上述之延遲線單元27，而在射入至第2非線形光學結晶24之前，使基本波L1

產生延遲。延遲之手段係藉由諧波分離器21b而分離該兩波，並僅將基本波L1之光程長度予以延長相當於延遲時間的長度程度，且再度施以合波而進行。(參考C. Rulliere ed. "Femtosecond Laser Pulses", Springer, p. 170)

繼而如圖5所示，在第3諧波產生部28當中，射入合波至非線形光學結晶24，並藉由混頻混合而將第3次諧波L3射出於外部。19c和19d係表示集光透鏡，21d係表示反射鏡，25係表示光束制動器，Lo係表示不需要之光。

又，各透鏡19a~19d係用以提高結晶內之光束強度，並提升變換效率而配置。

由於超短脈衝雷射光之情形時，其尖端輸出係極高，且2次之非線形光學現象之第2諧波產生係比例於雷射的強度而使其變換效率變大，故單次通過，亦即1次通過非線形光學結晶之光程設定，亦能獲得高效率。但，例如在使用100 fs以下的超短脈衝雷射之高次諧波產生時，因為具有非線形光學結晶之群速度分散之情形，故其結晶係產生厚度和群速度不調合之現象，而無法有效地進行波長變換。例如LBO之結晶長度，其在脈衝寬幅係100 fs，中心波長係800 nm時，則必須作成1.5 mm以下。

進而在上述之第3諧波產生部28當中，藉由例如中心波長800 nm之基本波、和自上述之高次諧波產生手段所射出之例如中心波長400 nm之第2諧波之混頻混合(SFM)，而能取得中心波長267 nm、脈衝寬幅115 fs、平均輸出100 mW程度之超短脈衝雷射光。該混頻混合係和第2諧波產生相同，

係2次的非線形光學現象，雖能使用例如非線形光學結晶BBO之型態I的臨界相位整合，但，其結晶長度亦基於上述之理由，而必須成0.4 mm以下。

進而藉由追加混頻混合用之非線形光學結晶(BBO)而能進行4次諧波產生，且能獲得波長204 nm之光源。亦能獲得脈衝寬幅340 fs、平均輸出15 mW。因此，至4次諧波之光為止之波長係具有充分之平均輸出功率，並適用於本發明之光記錄媒體原盤曝光裝置及光記錄媒體原盤之曝光方法，而能作為曝光光源而使用。

如上述在本發明中，使用重覆頻率之脈衝振盪時，雖將其脈衝寬幅(FWHM)至少作成1 ps(1×10^{-12} 秒)以下，但，藉由如此之規制脈衝寬幅，而能有效率地產生2光子吸收。

又，在本發明中，藉由將光阻之吸收尖峰波長作成曝光光源的波長的一半以下之措施，而能獲得如下之功效。

亦即，藉由曝光光源之波長帶域係透明，且在其一半的波長當中，使用具有吸收性的材料而作為光阻，而能有效率地抑制通常之吸收。

繼而在進行遍及光阻的全體厚度之曝光時，曝光光源之一半的波長係較光阻的吸收尖峰，稍微存在於長波長側較為理想。

例如將光阻的厚度作成100 nm程度之CD用等之原盤施以曝光時，對於在吸收尖峰波長之吸收係數，當選定構成數%程度的吸收係數之曝光光源和光阻時，則僅在抗蝕劑之表面近傍無產生2光子吸收，而能產生遍及全體厚度的吸

收。此外，光阻之厚度為40 nm程度之Blu-ray Disc用等之原盤，係藉由選定構成10%程度的吸收係數之曝光光源和光阻，而同樣地產生遍及抗蝕劑的全體厚度的吸收，並在顯像之後，能進行使原盤用基板的表面露出之圖案曝光。

又，在使用前述之任意一個光源，其應留意之處，超短脈衝雷射光之能帶寬幅(FWHM) $\delta\lambda$ ，係例如脈衝寬幅 δt 為100 fs，且為 sech^2 形之傅利葉變換界限脈衝時，則為 $\delta\lambda \cdot \delta t = 0.315 \cdot \lambda^2 / c$ (c : 光速)，且 $\delta\lambda = 6.7$ nm。因此，使用NA 0.5以上之高NA透鏡時，對物透鏡係必須使用消色透鏡，例如顯微鏡等所使用之復消色差透鏡。此外，色像差係僅在折射系統而產生，而即使使用集光光學系統，其係使用非球面之凹面鏡，亦能迴避上述之問題。

此外，在本發明中，係將集光於自集光光學系統所射出的抗蝕劑之光束光點，在光束掃描方向施以長圓化。據此，照射之光量分佈係擴散且平均化，而能輕易地獲得溝槽等之線狀的圖案。

為了將光束光點作成長圓形，則例如在圖1中所說明之光束擴展器5係變形鏡頭等光學系統，亦即，相對於光束的掃描方向而垂直的方向之光束直徑方面係更擴大即可。

具體而言，使用圓柱形透鏡、圓柱形凹面鏡、變形鏡頭稜鏡等，而將光束擴大率之比作成數倍程度則較為理想。

此外，作為在前述之圖1中所說明之光強度調變用之調變手段，係使用電氣光學調變元件，其係利用以依據記錄資訊信號所調變之壓電元件而驅動之音響光學元件內之超音

波，而使光產生曲折繞射之音響光學功效，或者，利用依據記錄資訊信號而調變之波克爾斯功效。

由於前述之透鏡、波長板、光調變器等全體之光學元件，係具有正的群速度分散，故在射出曝光光源之時點，其脈衝寬幅係調整成最小之狀態，而通過此等之超短脈衝雷射光係在照射於光記錄媒體原盤之光阻時，則必定產生游離，並擴大其脈衝寬幅。

因此，使用具有負的群速度分散之游離修正光學系統而作為圖1所示之游離修正光學系統4，而事先供應負游離於曝光光源射出後之超短脈衝光，並藉由與其相抵，而在抗蝕劑上獲得最短脈衝。作為該游離修正光學系統4，係能使用分散稜鏡對或標準樣式對、游離反射鏡等。

此外，在脈衝寬幅之調整時所必須之脈衝寬幅的量測，係能藉由使用習知之2次諧波產生法之自我組織裝置而進行。

[實施例1]

繼之，參閱圖1而說明有關於本發明之光記錄媒體原盤曝光裝置之一例。該例係設置有：

曝光光源1，其係由Ti：Sapphire超短脈衝雷射光源所組成；

高次諧波產生手段2，其係將該超短脈衝雷射作為激發光源；

具有負的群速度分散之游離修正光學系統4，其係預先修正自此等的光所輸出之脈衝，在其係通過各種的光學零件

時所覆蓋之正的群速度分散；

調變手段3，其係以因應於供應來自此的射出光的資料之電氣性的脈衝信號而高速地切換，而作為進行光強度調變之調變手段；

集光光學系統9，其係將經該調變手段3所調變的光，予以集光於繞射界限之光點尺寸，並照射於塗敷有光阻12之光記錄媒體原盤11上；以及

光速擴展器5。

超短脈衝雷射光源係重覆頻率為和前述之Blu-ray Disc之時脈頻率相同之66 MHz，且中心波長816 nm，脈衝寬幅80 fs，平均輸出1.5 W之Ti：Sapphire雷射，亦即使用超短脈衝雷射，其係使用Ti：Sapphire而作為圖2中所說明之雷射媒質34。

繼而使用前述之圖5中所說明之高次諧波產生手段3，而產生波長408 nm之第2諧波或波長272 nm之第3諧波。在該例中，作為圖5所示之第2諧波產生部26之非線形光學結晶20，係使用型態I之相位整合之LBO。此外，第3諧波產生部28之非線形光學結晶24係使用型態I之BBO。各種透鏡19a~19d係用以提高結晶內之光束強度，且用以提升變換效率而配置。第2諧波係作成平均輸出600 mW，脈衝寬幅(FWHM)100 fs，而第3諧波係作成平均輸出120 mW，脈衝寬幅係1 ps以下之120 fs，以取得射出光。

作為游離修正光學系統4係使用藍星級稜鏡對。

如圖1所示，射出光係以反射鏡1a予以反射90°，並傳送。

至調變手段3。作為調變手段3的光強度調變器係使用信號調變帶域80 MHz之電氣光學元件EOM。該調變手段3雖未圖示，但，自所謂的構成器而供應坑洞記錄信號，其係產生一記錄於光記錄媒體原盤的資料係產生電氣性之脈衝信號。並因應於該資料而使光進行調變。

該光調變的光係以反射鏡1b而予以反射90°，並介由光束擴展器5、自動對焦光學系統6之例如偏光光束分離器(以下，稱為PBS)6a而通過1/4波長板7，且以反射鏡1c而予以反射90°之後，透過具有高數值孔徑NA之對物透鏡8a，而照射於預先塗敷有光阻12之光記錄媒體原盤11。

作為光阻12係例如能使用i射線用抗蝕劑(JSR(株)PFR1X1110G等)、Kr雷射環狀作動用抗蝕劑(日本靖工(株)DVR-100等)。

此時，對物透鏡8a係使用具有像差修正於射入光、例如波長 $\lambda = 267 \text{ nm}$ 用之高數值孔徑NA值之透鏡，並聚焦光束至繞射界限而予以照射。該對物透鏡8a係使用色消對物透鏡，其係由材質能充分透過該波長區域的光之合成石英或螢光石等所構成。此外，光記錄媒體原盤11係固定於載置台10上，其係藉由軸馬達等之旋轉手段13，而旋轉於以箭頭a所示的方向。

另一方面，高次諧波產生手段2係射出波長 $\lambda = 272 \text{ nm}$ 之第3諧波光，並且同時射出第2諧波之波長 $\lambda = 408 \text{ nm}$ 之光。該光之光程亦為通過上述之各光學元件的光程，並照射於光記錄媒體原盤11。

自光記錄媒體原盤11而反射之返回光，係介由對物透鏡8a、反射鏡1c、以及1/4波長板7而射入至PBS 6a。此處，該返回光係由於2次通過1/4波長板7，故經PBS 6a而進行反射。據此，而自動對焦光學系統6之PBS 6a係介由波長選擇元件6b，而將返回光傳送至焦點誤差量檢測元件6c。波長選擇元件6b係由於曝光波長之第3諧波的光亦以PBS 6a而反射相當的量，故利用多層干涉膜等而用以遮斷曝光波長的光者。

焦點誤差量檢測元件6c係使用例如非點像差法等，而光學性地檢測曝光用的光當合焦於光記錄媒體原盤11上時之最佳焦點位置之位置偏離量，並將該檢測量變換成電氣信號。該檢測之電氣信號係供應於構成自動對焦伺服器系統6的一部份之驅動控制部6d。

此處，上述之非點像差法係作成將圓筒狀透鏡配置於檢測透鏡的後方之構成，並積極的利用非點像差法而以光檢測器進行檢測之方法。該圓筒狀透鏡係僅具有單一方向之透鏡作用，且由於僅對和該單一方向垂直的方向，具有和平行平板相同的作用，故在檢測透鏡和該圓筒狀透鏡之合焦位置以外係未收斂，並藉由使細小的光束像之成像而檢測焦點誤差信號。藉由控制該焦點誤差信號使成為零之狀態，而保持對物透鏡之焦點於最佳位置。

驅動控制部6d係依據電氣信號而產生修正位置偏離的驅動信號，並輸出於電磁致動裝置8b、8c，其係上下地微動於對物透鏡8a。電磁致動裝置8b、8c係藉由以驅動信號而

稍為移動對物透鏡8a於以箭頭b所示之上下方向，亦即接近或隔離於光阻的方向之措施，而自動地調整光記錄媒體原盤11的合焦位置於最佳位置，而能抑制損失而施以曝光。

此處，例如雷射光之光點尺寸係使用數值孔徑 $NA=0.9$ 之無像差透鏡時，其虛幻光碟(airy disc)係能聚焦至 $0.36\ \mu\text{m}$ 。因此，藉由產生2光子吸收過程之措施，而能進行相當於 $0.36 \times (1/\sqrt{2}) \doteq 0.25(\mu\text{m})$ 之光點尺寸之曝光。

而且此時，藉由如上述將光束擴展器5作成變形鏡頭之光學系統，並作成擴大於光束之掃描方向而予以長圓化之光點形狀之措施，而溝槽寬幅係能以較習知更細之圖案進行溝槽圖案之曝光。

將如此而形成之雷射光，藉由旋轉手段13而在光記錄媒體原盤11上進行旋轉掃描，並同時將含有對物透鏡之光學系統，自光碟中心(原盤中心)而移動於半徑方向，據此而螺旋狀地在原盤上掃描光束，並將光阻施以曝光而能高密度地形成坑洞。

又，作為光阻12係除了上述之i射線用抗蝕劑等之外，亦可使用g射線用之正型抗蝕劑。抗蝕劑之感光因為係光子模式記錄，故高重覆頻率之超短脈衝光之情形時，亦以每單位面積之光子數的累計量而決定感光量。根據本發明，則和連續光照射之情形不同，幾乎不須介由熱感應模式。亦即，由於能抑制因不必要之抗蝕劑的溫度上升而導致膨脹或反應速度變化之情形，而能形成更細微之坑洞。

上述之實施例1雖係敘述有關於中心波長 $816\ \text{nm}$ 之情

形，但，Ti:Sapphire超短脈衝雷射係能產生760 nm程度之振盪，而在該情形時，能以和前述相同的手段(中心設計波長係有必要作全體變更)，而利用380 nm之第2諧波光、以及253 nm之第3諧波光。但，由於效率係多少已下降，故必須提高激發超短脈衝雷射光源的雷射媒質之激發用綠色雷射之輸出。

此外，進而藉由追加混頻混合用之非線形光學結晶(例如BBO)，而能產生4次諧波(波長204 nm，平均輸出12 mW)。該情形時，作為光束之光點尺寸，係使用數值孔徑NA 0.9之無像差對物透鏡而獲得0.28 μm 之虛幻光點。

因此，能進行相當於 $0.28 \times (1/\sqrt{2}) = 0.2 (\mu\text{m})$ 之光點尺寸之曝光。

該情形時，能使用KrF雷射(波長248 nm)或ArF雷射(波長192 nm)用之抗蝕劑而作為高感度之抗蝕劑。

此外，在上述之實施例1當中，雖以第3諧波產生手段作為高次諧波產生手段為例而予以說明，但，在圖5中所說明之高次諧波產生手段，由於第2諧波產生部及混頻混合部，係各自獨立分離，故亦能使用第2諧波而作為曝光光源。該情形時，第2諧波產生係較第3諧波產生而其變換效率係更高，且不僅能以相同的激發用之雷射功率而取得高曝光功率，且雷射光之波長係接近於可視光帶域，而能使用多種之玻璃材料，且易於進行透鏡設計，而且亦能減低光學元件之限制。

[實施例2]

繼之，說明有關於本發明之實施例2。

在該例中，光記錄媒體原盤曝光裝置之材料、構成雖和上述之實施例1之情形完全相同，但，可提高曝光光源之雷射功率強度10倍程度。

亦即，在該例中，雖以重覆頻率66 MHz、中心波長816 nm、脈衝寬幅80 fs作為曝光光源，但，平均輸出係使用以2 W之Ti:Sapphire作為雷射媒質之超短脈衝雷射光源。

進而為了提高高次諧波之雷射功率強度，藉由更縮短在各非線形光學結晶20、24的前後之集光透鏡19a、19b、19c、19d之焦點距離，且縮小結晶內之光束光點直徑，並增大激發光之電場強度，據此即能提高波長變換效率、提高第3諧波之雷射功率強度，並且獲得大約實施例1之10倍程度的功率。但，脈衝寬幅係多少變寬。

使用自第3諧波產生部28所射出之272 nm，脈衝寬幅130 fs的超短脈衝光，而照射於ArF雷射用光阻之例如氟樹脂系抗蝕劑而作為光阻。

抗蝕劑面上之光束光點內之光強度係作成尖端輸出，而達於 100 GW/cm^2 ，且明顯地產生2光子吸收並吸收數%，亦即，能進行抗蝕劑的曝光過程之光反應。繼而在該例中，使用NA=0.9之無像差對物透鏡而作為對物透鏡，而能獲得 $0.36 \text{ }\mu\text{m}$ 之虛幻光點，並藉由產生2光子吸收過程之措施，而能進行 $0.36 \times (1/\sqrt{2}) = 0.25 \text{ }\mu\text{m}$ 之虛幻光點尺寸之曝光。

抗蝕劑的感光係供應光束光點之強度分佈的2次方。上述之抗蝕劑係其通常的吸收，因為對波長269 nm的光而為透

明，故不產生。僅2光子吸收過程在強度分佈較高之處所而局部性地產生。此後不僅ArF雷射(波長193 nm)用抗蝕劑(日本靖工(株)ZARF001等)，而亦能以目前開發進行中之F₂雷射用氟樹脂系抗蝕劑而代用。

此外，在該情形下，亦藉由將光束擴展器5作成變形鏡頭等光學系統，而擴大於光束的掃描方向，並作成長圓化之光點形狀，據此而溝槽寬幅係能以較習知更細之圖案進行溝槽圖案之曝光。

進而在該例中，亦將高次諧波產生手段作成分別使第2諧波產生部及混頻混合部各自獨立地分離之圖5所示之構成，據此而亦能使用第2諧波(波長403 nm)而作為曝光光源。該情形所使用之光阻，係使用如ArF雷射用抗蝕劑(日本靖工(株)ZARF001等)或例如KrF雷射用抗蝕劑(日本JSR(株)KRFM89Y等)較為理想。

此外，由於2光子吸收截面積係極小之值，故為了提高抗蝕劑的感度，則能使用添加2光子吸收截面積較高的有機色素於抗蝕劑而作為增感劑。除了具有和實施例1之情形相同的優點之外，亦能擴大使用之光阻的選擇範圍。

[實施例3]

繼之，參閱圖1而說明有關於另外之本發明之光記錄媒體原盤曝光裝置之一例。在該例中，亦具有：

曝光光源1，其係由Ti：Sapphire超短脈衝雷射光源所組成；

高次諧波產生手段2，其係將該超短脈衝雷射作為激發光

源；

具有負的群速度分散之游離修正光學系統4，其係預先修正自此等的光所輸出之脈衝，在其通過各種的光學零件時所覆蓋之正的群速度分散；

調變手段3，其係以因應於供應來自此的射出光的資料之電氣性的脈衝信號而高速地切換，而作為進行光強度調變之調變手段；以及

光速擴展器5、對物透鏡8a、其係作為集光光學系統9，其係將經該調變手段3所調變的光，予以集光於繞射界限之光點尺寸，並照射於塗敷有光阻12之光記錄媒體原盤11上。

超短脈衝雷射光源係使用重覆頻率為前述之Blu-ray Disc之時脈頻率(66 MHz)的10倍以上之750 MHz，中心波長816 nm，脈衝寬幅80 fs，平均輸出1.5 W之Ti：Sapphire雷射。

使用前述之圖5中所說明之高次諧波產生手段3，而產生波長408 nm之第2諧波或波長272 nm之第3諧波。在該例中，作為圖5所示之第2諧波產生部26之非線形光學結晶20，係使用型態I之相位整合之LBO結晶。此外，第3諧波產生部28之非線形光學結晶24係使用型態I之BBO。各種透鏡19a至19d均係用以提高結晶內之光束強度，且提升其變換效率而配置。第2諧波光係作成平均輸出20 mW，脈衝寬幅100 fs，而第3諧波係作成平均輸出4 mW，脈衝寬幅(FWHM)為1 ps以下之130 fs，以獲取射出光。

而且在該例中，作為圖1所示之游離修正光學系統4，亦

使用藍星級稜鏡對。如圖1所示，自游離修正光學系統4所射出的光，係以反射鏡1a而予以反射90°，並傳送至調變手段3。^{作/各}調變手段3之光強度調變器係使用信號調變帶域50 MHz之電氣光學元件EOM，並介由輸入端子而其係產生一自所謂的構成器而供應坑洞記錄信號記錄於光記錄媒體原盤的資料產生電氣性之脈衝信號，並因應於該記錄資訊而將光施以調變。

將該光調變的光，如上述以反射鏡1b而予以反射90°，並通過光束擴展器5、焦點檢測控制系統6之例如偏光光束分離器(PBS)6a、1/4波長板7，且在以反射鏡1c予以反射90°之後，透過具有高數值孔徑NA之對物透鏡8a，並照射於預先塗敷有光阻12之光記錄媒體原盤11。

作為光阻12係例如能使用i射線用抗蝕劑(JSR(株)PFR1X1110G等)、Kr雷射環狀作動用抗蝕劑(日本靖工(株)DVR-100等)。

此時，對物透鏡8a係使用具有高數值孔徑NA值之透鏡，其係像差修正於射入光、例如波長 $\lambda = 272 \text{ nm}$ 用，並聚焦其光束至繞射界限而予以照射。此外，作為該對物透鏡8a係使用色消對物透鏡，其係由材質能充分透過該波長區域的光之合成石英或螢光石等所構成。

高次諧波產生手段2係射出波長 $\lambda = 272 \text{ nm}$ 之第3諧波光，並且同時射出第2諧波之波長 $\lambda = 408 \text{ nm}$ 之光。該光之光程亦為通過上述之各光學元件的光程，並照射於光記錄媒體原盤11。另外之構成則和前述之實施例1相同。

在該例中，雷射光之光點尺寸係使用數值孔徑 $NA=0.9$ 之無像差透鏡時，其虛幻光碟(airy disc)係能縮小至 $0.36\ \mu\text{m}$ 。因此，能進行相當於 $0.36 \times (1/\sqrt{2}) \doteq 0.25(\mu\text{m})$ 之光點尺寸之曝光。

將如此而形成之雷射光，藉由光碟旋轉機構而在光碟上進行旋轉掃描，並同時將含有對物透鏡之光學系統，自光碟中心而移動於半徑方向，據此而螺旋狀地在光碟上掃描光束，並將光阻施以曝光而能高密度地形成坑洞。光阻係使用g射線用或i射線用之正型抗蝕劑。抗蝕劑之感光因為係光子模式記錄，故高重覆頻率之超短脈衝光之情形時，亦以每單位面積之光子數的累計量而決定感光量。根據本發明，則和連續光照射之情形不同，幾乎不須介由熱感應模式。亦即，由於能抑制因不必要之抗蝕劑的溫度上升而導致膨脹或反應速度變化之情形，而能形成更細微之坑洞。

實施例3雖係敘述有關於中心波長 $816\ \text{nm}$ 之情形，但，Ti:Sapphire超短脈衝雷射係能產生 $760\ \text{nm}$ 程度之振盪，而在該情形時，能以和前述相同的手段(中心設計波長係有必要作全體變更)，而利用 $380\ \text{nm}$ 之第2諧波光、以及 $253\ \text{nm}$ 之第3諧波光。但，由於效率係多少已下降，故必須提高激發用綠色雷射之輸出。

此外，進而藉由追加混頻混合用之非線形光學結晶(BBO)，亦可考量4次諧波產生(波長 $200\ \text{nm}$ 近邊)之利用。該情形時，作為光束之光點尺寸，係使用 $NA\ 0.9$ 之無像差對物透鏡而獲得 $0.28\ \mu\text{m}$ 之虛幻光點。因此，能進行相當於

$0.28 \times (1/\sqrt{2}) \div 0.2(\mu\text{m})$ 之光點尺寸之曝光。平均輸出雖稍為下降數10 μW 程度，但，藉由降低曝光用光之掃描速度，亦即降低光記錄媒體原盤的旋轉數，則亦能量解決光源的雷射功率下降之問題。

此外，在上述之實施例3當中，雖以第3諧波產生手段作為高次諧波產生手段為例而予以說明，但，在圖5中所說明之高次諧波產生手段，由於第2諧波產生部及混頻混合部，係分別獨立地分離，故亦能使用第2諧波而作為曝光光源。該情形時，第2諧波產生係較第3諧波產生而其變換效率為更高，且不僅能以相同的激發用之雷射功率而取得高曝光功率，而雷射光之波長係接近於可視光帶域，而能使用多種之玻璃材料，且易於進行透鏡設計，而且亦能減低光學元件之限制。

[實施例4]

繼之，說明有關於本發明之實施例4。

在該例中，光記錄媒體原盤曝光裝置之材料、構成雖和上述之實施例3之情形完全相同，但，為了可提高高次諧波之雷射功率強度，則更縮短各非線形光學結晶之前之集光透鏡的焦點距離，並縮小光束光點直徑而提高波長變換效率。

在該例中，亦使用重覆頻率750 MHz、中心波長816 nm、脈衝寬幅80 fs、平均輸出1.5 W之Ti:Sapphire超短脈衝雷射而作為曝光光源1。

將自第3諧波產生手段所射出之波長272 nm，脈衝寬幅為

1 ps以下之130 fs的超短脈衝光，照射於ArF雷射用光阻之例如氟系樹脂時，由於抗蝕劑面上之光束光點內之光強度係作成尖端輸出，而達於 100 GW/cm^2 ，故明顯地產生2光子吸收並吸收數%，亦即，能進行抗蝕劑的曝光過程之光反應。在該例中，使用NA=0.9之無像差透鏡而作為對物透鏡，而能獲得 $0.36 \mu\text{m}$ 之虛幻光點，並能進行 $0.36 \times (1/\sqrt{2}) = 0.25 (\mu\text{m})$ 之虛幻光點尺寸之曝光。

如上述，抗蝕劑的感光係供應光束光點之強度分佈的2次方。亦即在該情形下，由於抗蝕劑係通常的吸收，且對波長272 nm的光為透明，故不產生，僅2光子吸收過程在強度分佈較高之處所而局部性地產生。繼而在該情形時，亦不僅ArF雷射(波長193 nm)用抗蝕劑(日本靖工(株)ZARF001等)，且能以目前開發進行之 F_2 雷射用氟樹脂系抗蝕劑而予以取代使用。

此外，在該例中，亦使用將高次諧波產生手段作成分別使第2諧波產生部及混頻混合部各自獨立分離之圖5所示之構成，據此而亦能使用第2諧波(波長403 nm)而作為曝光光源。該情形所使用之光阻，係使用如ArF雷射用抗蝕劑(日本靖工(株)ZARF001等)或例如KrF雷射用抗蝕劑(日本JSR(株)KRFM89Y等)較為理想。

此外，在該情形時，為了提高抗蝕劑的感度，亦能使用添加2光子吸收截面積較高的有機色素於抗蝕劑而作為增感劑。除了具有和實施例3之情形相同的優點之外，亦能擴大使用之光阻的選擇範圍。

在上述之各實施例3和4當中，藉由將超短脈衝雷射之重覆頻率作成光記錄媒體的記錄資訊之時脈頻率的10倍以上之措施，即能將和光記錄媒體的記錄資訊之時脈頻率之偏離作成時脈的1/10以下，並能抑制跳動情形於10%以下。

此外，如上述，當過度提高重覆頻率時，脈衝之尖端輸出即下降，且難以產生2光子吸收，而無法進行解像度較高之圖案曝光。因此，在上述之本發明中，係考量現狀所取得之超短脈衝雷射光源的最大輸出或開發中之各種光記錄媒體之時脈頻率而作為其上限，並選定於進行曝光之光記錄媒體之時脈頻率的20倍程度以下者。

此外，在上述之實施形態和各實施例當中，雖以Ti:Sapphire超短脈衝雷射作為光源手段為例，但，亦可使用另外之各種超短脈衝雷射光源。

例如，Nd:Vanadate超短脈衝雷射係能進行半導體雷射激發，且市售有採用半導體可飽和吸收反射鏡(SESAM)之中心波長1064 nm、時脈寬幅7 ps、平均輸出數W且重覆頻率25 MHz至1 GHz者。亦能購得中心波長917 nm者。亦能使用Nd:YAG、或Nd:YLF等而作為雷射媒質。此外，使用Cr:LiSAF、或Nd:Glass等之固體雷射媒質之超短脈衝雷射，係脈衝寬幅100 fs以下，中心波長850 nm、1058 nm。

此外，在高次諧波產生手段當中，混頻混合或第2諧波產生、含有第4諧波產生等之非線形結晶光學元件，其除了BBO之外，尚有KDP、KTP、LN，此外，此等之週期分極反轉型KTP(PPKTP)或PPLN、LBO、LiIO₃、CBO等。

進而雖以微小至此之坑洞和溝槽之曝光為例而進行說明，但，由於能和習知之連續光光源作同樣地處理，故不僅微小坑洞和溝槽之形成，亦能使用利用音響光學功效或波克爾斯功效之光偏向器，而同樣地進行擺動位址之形成。

此外，本發明並不自限於光碟狀之光記錄媒體原盤用之曝光裝置及曝光方法，而亦能以適用於使用高精度的線性致動裝置之X-Y直線掃描系統之雷射描繪裝置、或具備施加於此等的旋轉系統或X-Y直線掃描系統的Z方向之透明載片機構之3次元細微加工裝置，以取代圖1中所示之旋轉手段13。

本發明之光記錄媒體原盤曝光裝置及光記錄媒體之曝光方法，係藉由將自曝光光源所輸出之超短脈衝雷射光、或自以此作為激發光源之高次諧波產生手段所輸出之短波長的超短脈衝雷射光，調節其脈衝之重覆頻率為記錄於光記錄媒體的資訊信號之時脈頻率之1倍以上20倍以下之整數倍，並進行光阻的曝光，據此而產生2光子吸收過程，且相較於習知而能高精度地形成細微的0.25 μm 以下程度之坑洞。

此外，藉由將超短脈衝雷射的脈衝寬幅作成 1×10^{-12} 秒以下，即能更有效地產生2光子吸收過程，並能進行曝光光源的波長之繞射界限以下之更細微的坑洞形成。

進而在上述之本發明中，藉由將照射於光記錄媒體原盤的雷射光之光束光點作成長圓形之措施，而延伸於溝槽等之掃描方向之圖案的信號，亦具有極佳的形狀，並能進行

圖案曝光。

此外，在另外之本發明中，藉由將自曝光光源所輸出的超短脈衝雷射光或自以此作為激發光源之高次諧波產生手段所輸出之短波長的超短脈衝雷射光，將其重覆頻率作成記錄資訊的時脈頻率之10倍以上20倍以下，以進行光強度調變之調變手段而施以調變，並以集光光學系統而集光成繞射界限之光點尺寸，而進行光阻之曝光，據此而能較習知進行更細微之圖案曝光。

特別是在該情形時，產生2光子吸收過程，進而藉由高次諧波產生手段，並使用更短波長的超短脈衝雷射，而能精度佳地將0.25 μm 以下之細微的圖案施以曝光。

進而在上述之本發明中，藉由將超短脈衝雷射之脈衝寬幅作成 1×10^{-12} 秒以下之措施，而能更有效地產生2光子吸收過程，並能進行曝光光源的波長之繞射界限以下之更細微的坑洞。

此外，進而在上述之各本發明中，不僅使用如前述之高數值孔徑的SIL之近過濾光學系統，且因為能採用遠過濾光學系統，故能充分廣泛地取得工作距離，並提高曝光時之旋轉數，據此而能大幅提升其生產性。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明之光記錄媒體原盤曝光裝置之一例之模式性構成圖。

圖2A係超短脈衝雷射光之脈衝波形之一例之說明圖。

圖2B係資訊信號的波形和超短脈衝雷射光的脈衝波形之

一例之說明圖。

圖2C係時脈信號的脈衝波形之一例之說明圖。

圖3係外部同步機構之說明圖。

圖4A係超短脈衝雷射光之脈衝波形之一例之說明圖。

圖4B係資訊信號的波形和超短脈衝雷射光的脈衝波形之一例之說明圖。

圖4C係時脈信號的脈衝波形之一例之說明圖。

圖5係高次諧波產生手段之一例之模式性的構成圖。

圖6係表示光阻之虛幻光點的吸收量之圖示。

【圖式代表符號說明】

1	曝光光源
1a、1b、1c	反射鏡
2	高次諧波產生手段
3	調變手段
4	游離修正光學系統
5	光束擴展器
6	自動對焦光學系統
6a	偏光光束分離器
6b	波長選擇元件
6c	焦點誤差量檢測元件
6d	驅動控制部
7	1/4波長板
8a	對物透鏡
8b、8c	電磁致動裝置

9	集光光學系統
10	載置台
11	光記錄媒體原盤
12	光阻
13	旋轉手段
19a、19b、19c、19d	透鏡
20	非線形光學結晶
21a、21b、21c、21d	諧波分離器
22a、22b、22c、22d	高反射反射鏡
23	1/2波長板
24	非線形光學結晶
25	光束制動器
26	第2諧波產生器
27	延遲線單元
28	第3諧波產生器
31	透鏡
32、33	球面反射鏡
34	雷射媒質
35	高反射反射鏡
36a、36b	分散補償稜鏡
37	狹縫
38	高反射反射鏡
39	輸出窗
40	光束分離器

41	光 檢 測 器
46	壓 電 元 件

伍、中文發明摘要：

本發明係提供一種光記錄媒體原盤曝光裝置，其中設置有：

調變手段3，其係將來自曝光光源1的光作對應於記錄資訊之行光強度調變；以及

集光光學系統9，其係將經該調變手段3所調變的光予以集光於光記錄媒體原盤11上之光阻12上；

且因應於記錄資訊而將光阻12施以圖案曝光，曝光光源1係由記錄資訊之時脈頻率的1倍以上20倍以下的整數倍之重覆頻率之超短脈衝雷射所構成，並將該超短脈衝雷射的共振器長度作成可變方式，並使超短脈衝雷射之重覆頻率同步於時脈頻率而進行模式鎖定，且藉由設置作脈衝振盪之外部同步機構，而高精度地形成細微之坑洞。

陸、日文發明摘要：

露光光源1からの光を記録情報に対応する光強度変調を行う変調手段3と、この変調手段3で変調された光を光記録媒体原盤11上のフォトレジスト12上に集光する集光光学系9とが設けられて、フォトレジスト12を記録情報に応じてパターン露光する光記録媒体原盤露光装置であって、露光光源1が、記録情報のクロック周波数の1倍以上20倍以下の整数倍の繰り返し周波数の超短パルスレーザよりなり、この超短パルスレーザの共振器長を可変として、超短パルスレーザの繰り返し周波数をクロック周波数に同期してモードロックし、パルス発振させる外部同期機構を設けることにより、微細なピットを高精度に形成する。

拾、申請專利範圍：

1. 一種光記錄媒體原盤曝光裝置，其特徵在於：

設置有：

調變手段，其係將來自曝光光源的光作對應於記錄資訊之光強度調變；以及

集光光學系統，其係將經該調變手段所調變的光予以集光於光記錄媒體原盤上之光阻上；

且因應於前述記錄資訊而將前述光阻施以圖案曝光，上述曝光光源係由前述記錄資訊之時脈頻率的1倍以上20倍以下的整數倍之重覆頻率之超短脈衝雷射所構成，

並將前述超短脈衝雷射的共振器長度作成可變方式，並使前述超短脈衝雷射之重覆頻率同步於前述時脈頻率而進行模式鎖定，並設置作脈衝振盪的外部同步機構。

2. 如申請專利範圍第1項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

在前述曝光光源和前述調變手段之間，設置有高次諧波產生手段，其係將前述超短脈衝雷射光源作為激發光源而藉由使用非線形光學元件之波長變換，而射出短波長化的光。

3. 如申請專利範圍第1項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

前述光阻之曝光，係經由2光子吸收過程而施行。

4. 如申請專利範圍第2項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

前述光阻之曝光，係經由2光子吸收過程而施行。

5. 如申請專利範圍第3項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

前述曝光光源之脈衝寬幅係 1×10^{-12} 秒以下。

6. 如申請專利範圍第4項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

前述曝光光源之脈衝寬幅係 1×10^{-12} 秒以下。

7. 如申請專利範圍第3項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

自前述集光光學系統而射出，且集光於前述光阻之雷射光的光點形狀，係作成延伸於前述雷射光的掃描方向之長圓形。

8. 如申請專利範圍第4項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

自前述集光光學系統而射出，且集光於前述光阻之雷射光的光點形狀，係作成延伸於前述雷射光的掃描方向之長圓形。

9. 一種光記錄媒體原盤之曝光方法，其特徵在於：

將來自曝光光源的光作對應於記錄資訊之行光強度調變，並將經該調變手段所調變的光予以集光於光記錄媒體原盤上之光阻上，且因應於前述記錄資訊而將前述光阻施以圖案曝光，

前述曝光光源係由前述記錄資訊之時脈頻率的1倍以上20倍以下的整數倍之重覆頻率之超短脈衝雷射所構成，

設置外部同步機構，其係使前述超短脈衝雷射的共振器長度形成可變方式；並使前述超短脈衝雷射之重覆頻率同步於前述時脈頻率而進行模式鎖定，而作脈衝振盪。

10. 如申請專利範圍第9項之光記錄媒體原盤之曝光方法，其中

將自前述曝光光源所射出的光，藉由將前述曝光光源作為激發光源之高次諧波產生手段，並藉由使用非線形光學元件之波長變換，施以短波長化並射出。

11. 如申請專利範圍第9項之光記錄媒體原盤之曝光方法，其中

自前述集光光學系統而射出，且集光於前述光阻之雷射光的光點形狀，係作成延伸於前述雷射光的掃描方向之長圓形。

12. 如申請專利範圍第10項之光記錄媒體原盤之曝光方法，其中

自前述集光光學系統而射出，且集光於前述光阻之雷射光的光點形狀，係作成延伸於前述雷射光的掃描方向之長圓形。

13. 一種光記錄媒體原盤曝光裝置，其特徵在於：

設置有：

調變手段，其係將來自曝光光源的光作對應於記錄資訊之光強度調變；以及

集光光學系統，其係將經該調變手段所調變的光予以集光於光記錄媒體原盤上之光阻上；

且因應於前述記錄資訊而將前述光阻施以圖案曝光，上述曝光光源係由前述記錄資訊之時脈頻率的10倍以上20倍以下的重覆頻率之超短脈衝雷射所構成。

14. 如申請專利範圍第13項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

在前述曝光光源和前述調變手段之間，設置有高次諧波產生手段，其係將前述超短脈衝雷射光源作為激發光源而藉由使用非線形光學元件之波長變換，而射出短波長化的光。

15. 如申請專利範圍第13項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

前述光阻之曝光，係經由2光子吸收過程而施行。

16. 如申請專利範圍第14項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

前述光阻之曝光，係經由2光子吸收過程而施行。

17. 如申請專利範圍第15項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

前述曝光光源之脈衝寬幅係 1×10^{-12} 秒以下。

18. 如申請專利範圍第16項之光記錄媒體原盤曝光裝置，其中

前述曝光光源之脈衝寬幅係 1×10^{-12} 秒以下。

19. 一種光記錄媒體原盤之曝光方法，其特徵在於：

將來自曝光光源的光予以對應於記錄資訊而進行光強度調變，並將經該調變手段所調變的光予以集光於光記錄媒體原盤上之光阻上，且因應於前述記錄資訊而將前述光阻施以圖案曝光，

前述曝光光源係由前述記錄資訊之時脈頻率的10倍以上20倍以下的重覆頻率之超短脈衝雷射所構成。

20. 如申請專利範圍第19項之光記錄媒體原盤之曝光方法，其中

將自前述曝光光源所射出的光，藉由將前述曝光光源作為激發光源之高次諧波產生手段，並藉由使用非線形光學元件之波長變換，施以短波長化並射出。

拾壹、圖式：

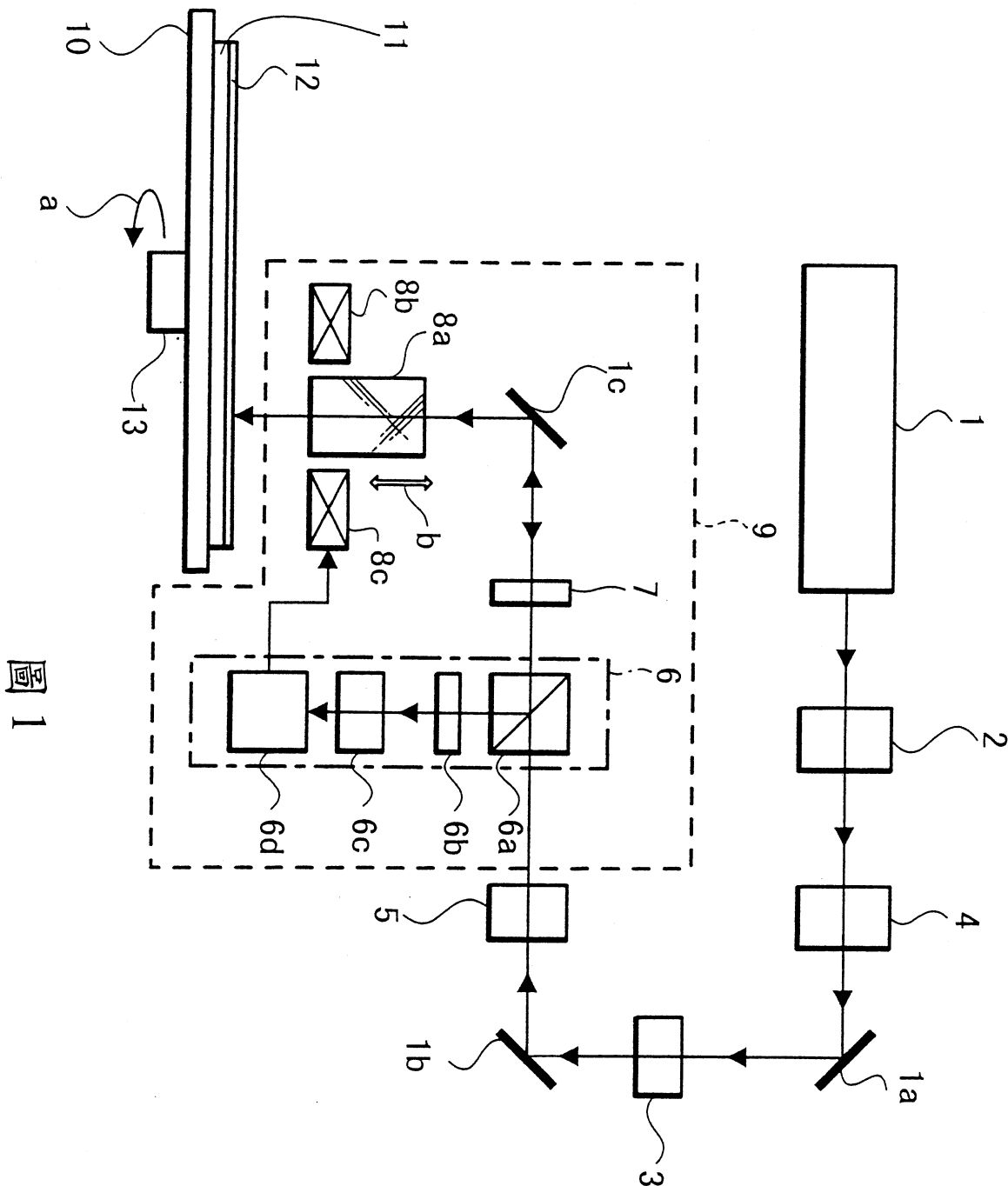


圖 1

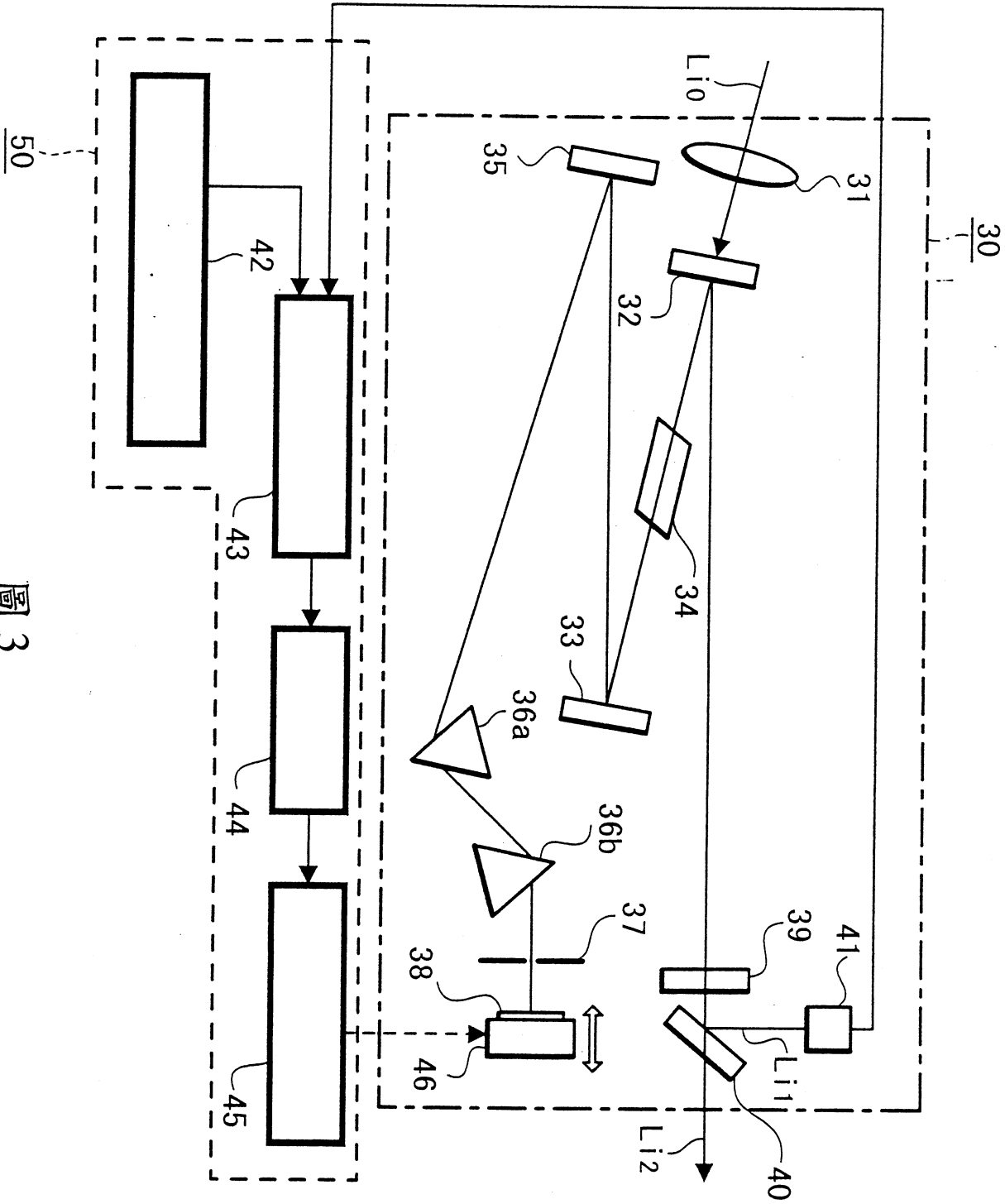


圖 3

圖 4A

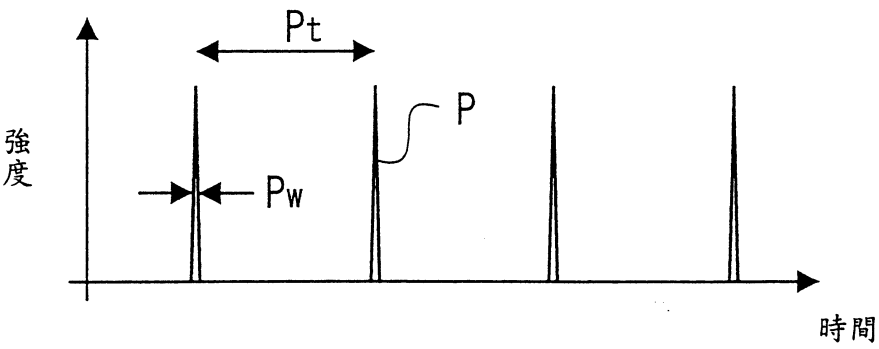


圖 4B

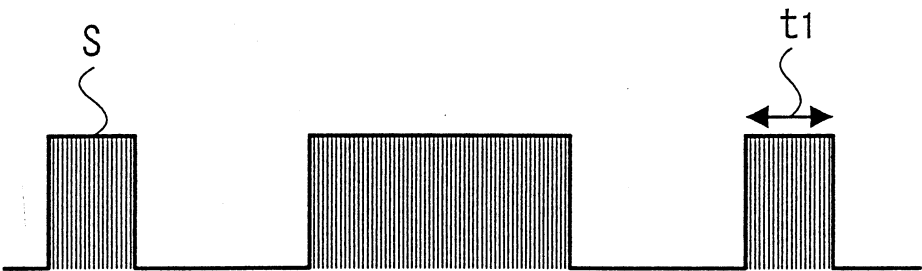
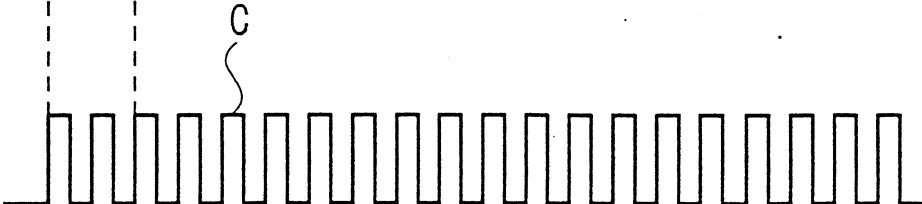
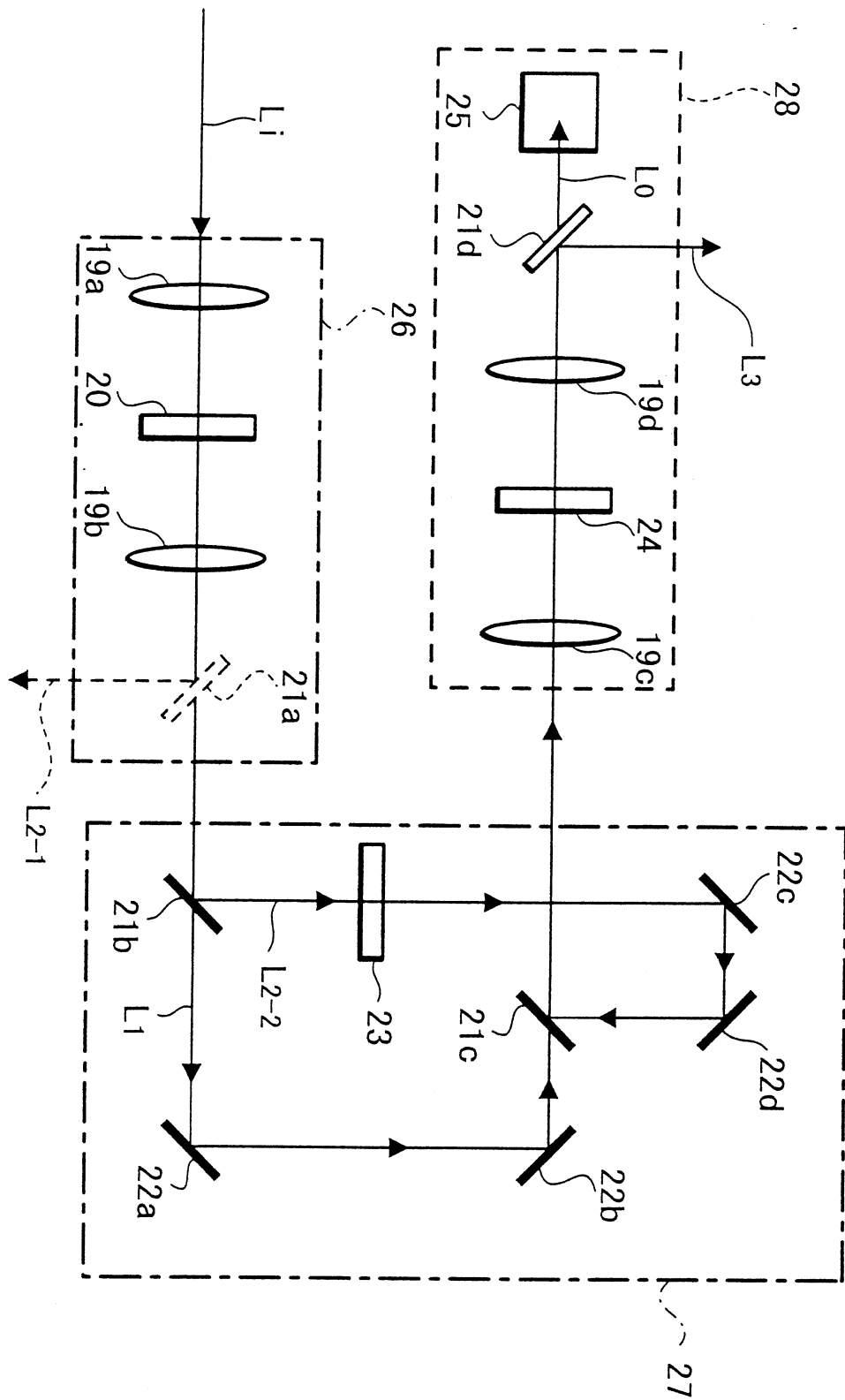


圖 4C





5 圖

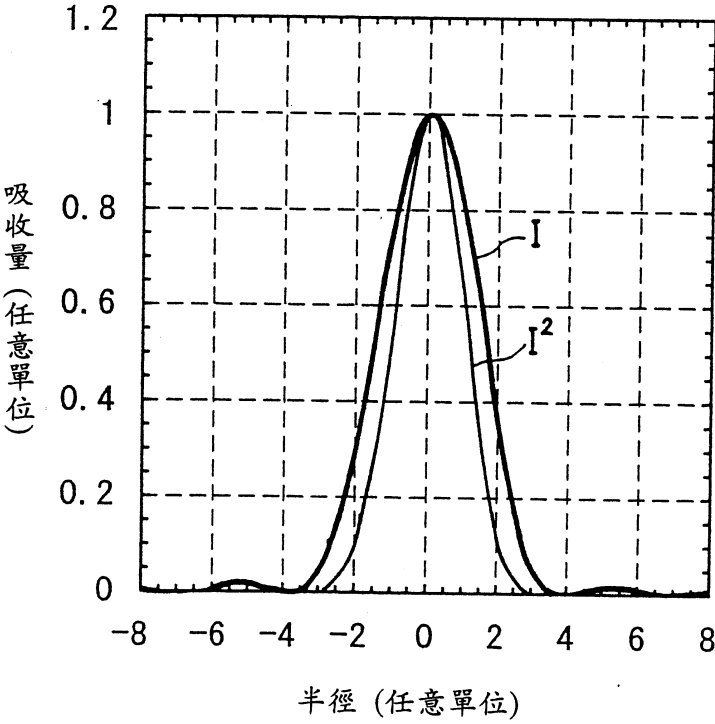


圖 6

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	曝光光源
1a、1b、1c	反射鏡
2	高次諧波產生手段
3	調變手段
4	游離修正光學系統
5	光束擴展器
6	自動對焦光學系統
6a	偏光光束分離器
6b	波長選擇元件
6c	焦點誤差量檢測元件
6d	驅動控制部
7	1/4 波長板
8a	對物透鏡
8b、8c	電磁致動裝置
9	集光光學系統
10	載置台
11	光記錄媒體原盤
12	光阻
13	旋轉手段

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)