



(21)申請案號：109128342

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 20 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/027 (2006.01)*

H01L21/3065(2006.01)

(30)優先權：2019/09/03 日本

2019-160274

(71)申請人：日商東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本

(72)發明人：田中啓一 TANAKA, KEIICHI (JP)

(74)代理人：周良吉；周良謀

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：14 共 53 頁

(54)名稱

基板處理裝置、基板處理方法及記錄媒體

(57)摘要

本發明旨於使用適用於 ArF 浸潤式微影的光阻材料的基板中，改善表面的粗糙度。基板處理裝置 1 包含：固持部，於處理容器內，將在表面形成有藉由 ArF 浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板，加以固持；旋轉驅動部，使固持部旋轉；及光源部，具有複數光源，且對藉由旋轉驅動部而旋轉之固持部所固持的基板的表面，照射包含真空紫外線的光；使來自光源部的光對於基板的內側之照射量，大於來自光源部的光對於基板的外側之照射量。

An object of the invention is to improve the surface roughness of a substrate that uses a resist material suitable for ArF immersion lithography.

A substrate processing device 1 comprises a holding section which holds, in a processing vessel, a substrate having a surface on which a pattern has been formed using a resist material suited to ArF immersion lithography, a rotational drive section which rotates the holding section, and a light source section having a plurality of light sources which irradiate light that includes vacuum ultraviolet light onto the surface of the substrate that is held by the holding section rotated by the rotational drive section, wherein the amount of light irradiated from the light source section onto the inside portion of the substrate is greater than the amount of light irradiated from the light source section onto the outside portion of the substrate.

指定代表圖：

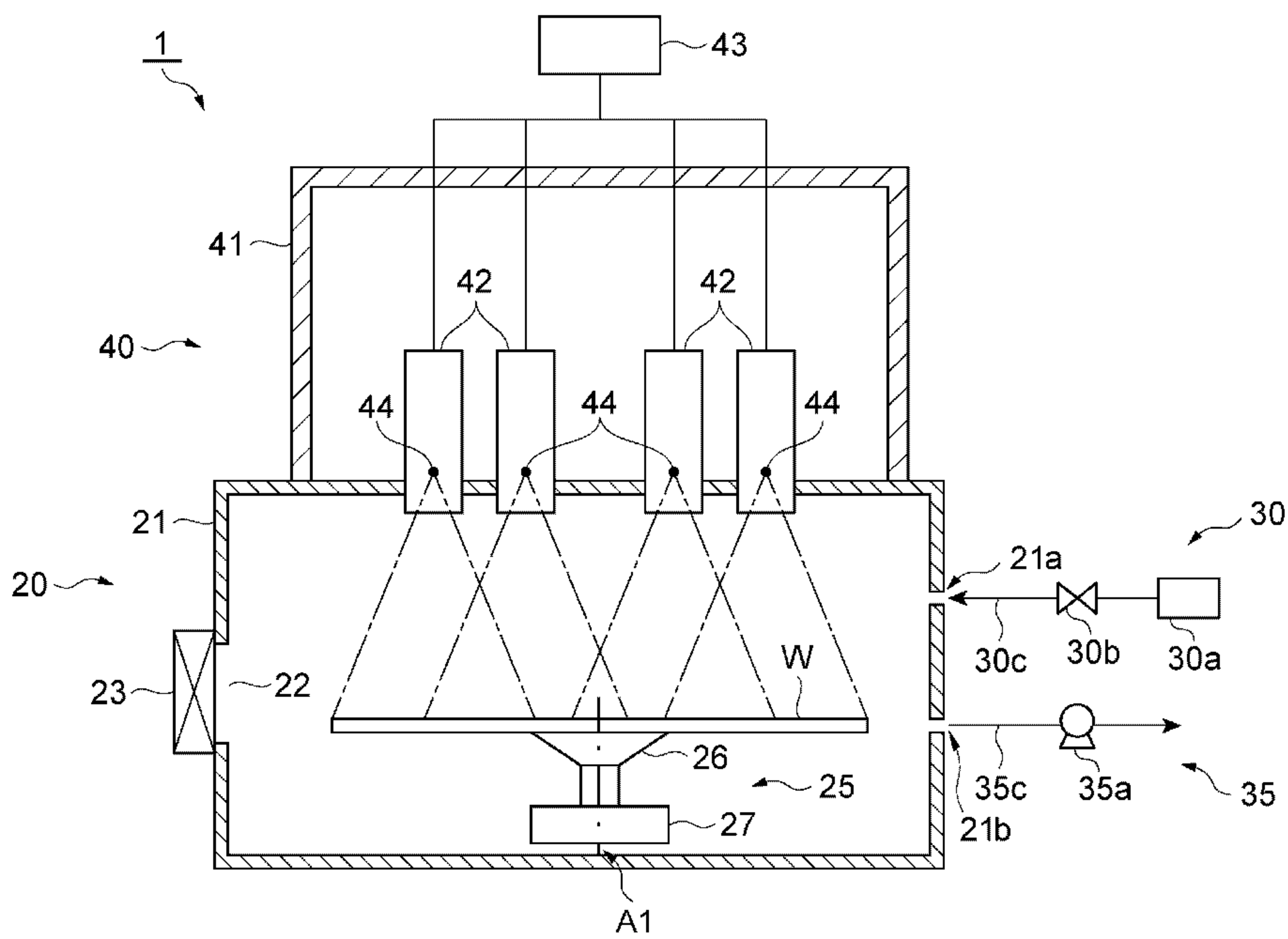


圖 1

符號簡單說明：

1:基板處理裝置

20:處理室

21:殼體

21a:貫通孔

21b:貫通孔

22:搬運口

23:閘閥

25:旋轉支撐部

26:固持部

27:旋轉驅動部

30:氣體供給部

30a:氣體源

30b:閥

30c:配管

35:氣體排出部

35a:真空泵

35c:配管

40:光照射機構

41:殼體

42:光源

43:開關

44:點光源

A1:軸線

W:晶圓



202125586

【發明摘要】

【中文發明名稱】 基板處理裝置、基板處理方法及記錄媒體

【英文發明名稱】 SUBSTRATE PROCESSING DEVICE, SUBSTRATE
PROCESSING METHOD, AND STORAGE MEDIUM

【中文】

本發明旨於使用適用於ArF浸潤式微影的光阻材料的基板中，改善表面的粗糙度。基板處理裝置1包含：固持部，於處理容器內，將在表面形成有藉由ArF浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板，加以固持；旋轉驅動部，使固持部旋轉；及光源部，具有複數光源，且對藉由旋轉驅動部而旋轉之固持部所固持的基板的表面，照射包含真空紫外線的光；使來自光源部的光對於基板的內側之照射量，大於來自光源部的光對於基板的外側之照射量。

【英文】

An object of the invention is to improve the surface roughness of a substrate that uses a resist material suitable for ArF immersion lithography.

A substrate processing device 1 comprises a holding section which holds, in a processing vessel, a substrate having a surface on which a pattern has been formed using a resist material suited to ArF immersion lithography, a rotational drive section which rotates the holding section, and a light source section having a plurality of light sources which irradiate light that includes vacuum ultraviolet light onto the surface of the substrate that is held by the holding section rotated by the rotational drive section,

wherein the amount of light irradiated from the light source section onto the inside portion of the substrate is greater than the amount of light irradiated from the light source section onto the outside portion of the substrate.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:基板處理裝置
- 20:處理室
- 21:殼體
- 21a:貫通孔
- 21b:貫通孔
- 22:搬運口
- 23:閘閥
- 25:旋轉支撐部
- 26:固持部
- 27:旋轉驅動部
- 30:氣體供給部
- 30a:氣體源
- 30b:閥
- 30c:配管
- 35:氣體排出部
- 35a:真空泵

35c:配管

40:光照射機構

41:殼體

42:光源

43:開關

44:點光源

A1:軸線

W:晶圓

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 基板處理裝置、基板處理方法及記錄媒體

【英文發明名稱】 SUBSTRATE PROCESSING DEVICE, SUBSTRATE
PROCESSING METHOD, AND STORAGE MEDIUM

【技術領域】

【0001】

本發明係關於基板處理裝置、基板處理方法及記錄媒體。

【先前技術】

【0002】

於專利文獻1中揭示，於半導體元件的製造過程中，依序進行：對形成於基板表面且曝光後被圖案化的光阻的正面，照射波長200nm以下的光的步驟、及蝕刻光阻膜的下層膜的步驟。照射波長200nm以下的光的步驟(以下，簡稱為照射光的步驟)，例如係以改善光阻膜的粗糙度(凹凸)為目的而進行。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

【0003】

〔專利文獻1〕日本專利第3342856號公報

【發明內容】

〔發明欲解決之課題〕

【0004】

本發明提供一種技術，其能於使用適用於ArF浸潤式微影的光阻材料的基板中，改善表面的粗糙度。

〔解決課題之手段〕

【0005】

依本發明的一態樣的基板處理裝置，包含：固持部，於處理容器內，將在表面形成有藉由ArF浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板，加以固持；旋轉驅動部，使該固持部旋轉；及光源部，具有複數光源，且對藉由該旋轉驅動部而旋轉之該固持部所固持的該基板的表面，照射包含真空紫外線的光；使來自該光源部的光對於該基板的內側之照射量，大於來自該光源部的光對於該基板的外側之照射量。

【0006】

依本發明的一態樣的基板處理方法，其係於處理容器內，一面使在表面形成有藉由ArF液浸微影用光阻材料所得之圖案的基板旋轉，一面從具有複數光源的光源部對該基板的表面照射包含真空紫外線的光，其中：使來自該光源部的光對於該基板的內側之照射量，大於來自該光源部的光對於該基板的外側之照射量。

〔發明效果〕

【0007】

依據本發明，可提供一種技術，其能於使用適用於ArF浸潤式微影的光阻材料的基板中，改善表面的粗糙度。

【圖式簡單說明】**【0008】**

【圖1】 依一例示的實施形態的基板處理裝置的示意圖。

【圖2】 (a)～(b)以基板處理裝置所進行的基板處理的例示圖。

【圖3】 基板處理裝置中的光源配置的例示圖。

【圖4】 控制器的功能性構成的例示方塊圖。

【圖5】 控制器的硬體構成的例示方塊圖。

【圖6】 基板處理裝置中的基板處理時的壓力變化的例示圖。

【圖7】 評價測試1的結果的例示圖。

【圖8】 評價測試2的結果的例示圖。

【圖9】 評價測試3的結果的例示圖。

【圖10】 評價測試4的結果的例示圖。

【圖11】 評價測試5的結果的例示圖。

【圖12】 評價測試6的結果的例示圖。

【圖13】 (a)～(d)旋轉中的基板所接收的光的強度變化的例示圖。

【圖14】 基板中的照度分布的例示圖。

【實施方式】**【0009】**

以下，說明各種例示的實施形態。

【0010】

於一例示的實施形態中，基板處理裝置包含：固持部，於處理容器內，將在表面形成有藉由ArF浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板，加以固持；旋轉驅動部，使該固持部旋轉；及光源部，具有複數光源，且對藉由該旋轉驅動部而旋轉之該固持部所固持的該基板的表面，照射包含真空紫外線的光；使來自該光源部的光對於該基板的內側之照射量，大於來自該光源部的光對於該基板的外側之照射量。

【0011】

在表面形成有藉由ArF浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板中，圖案的表面的粗糙度的改善程度易因應於光的照射量而變化。又，於一面使基板旋轉一面照射光的情形時，內側由於基板的移動速度變慢，故吾人認為光的照射量會變少。相對於此，依據上述的基板處理裝置，因可使對基板內側的光照射量大於對基板外側的光照射量，故針對基板的內側，亦可增加光的照射量，可提高表面的粗糙度的改善效果。

【0012】

可設為下述態樣：使對該基板內側照射光的光源之輸出強度，大於對該基板外側照射光的光源之輸出強度。

【0013】

如上所述，於設為藉由使光源之輸出強度增加而使對基板內側的光照射量大於對基板外側的光照射量的構成的情形時，可更簡便地實施基板的內側與外側間之光照射量的調整。

【0014】

可設為下述態樣：使對該基板內側照射光的時間，與對該基板外側照射光的時間彼此相異。

【0015】

如上所述，於設為藉由使照射光的時間於基板的內側和外側彼此相異而使對基板內側的光照射量大於對外側的光照射量的構成時，可更簡便地實施基板的內側與外側間之光照射量的調整。

【0016】

可設為下述態樣：包含對該處理容器內供給鈍性氣體的氣體供給部、及從該處理容器內排出氣體的氣體排出部，該氣體供給部及該氣體排出部，於藉由該光源部照射光的期間，一面使該處理容器內的壓力變化，一面進行該氣體的供給及排出。

【0017】

如上所述，設為於藉由光源部照射光的期間一面使處理容器內的壓力變化一面進行氣體的供給及排出的構成，藉此可於使處理容器內的壓力因應於基板的表面狀況之狀態下，同時對圖案照射真空紫外線。

【0018】

於一例示的實施形態中之基板處理方法，係於處理容器內，一面使在表面形成有藉由ArF浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板旋轉，一面從具有複數光源的光源部對該基板的表面照射包含真空紫外線的光，其特徵為：使來自該光源部的光對於該基板的內側之照射量，大於來自該光源部的光對於該基板的外側之照射量。

【0019】

依據上述的基板處理方法，因可使對基板內側的光照射量大於對基板外側的光照射量，故針對基板的內側，亦可增加光的照射量，可提高表面的粗糙度的改善效果。

【0020】

於另一例示的實施形態中，記錄媒體係電腦可讀取之記錄媒體，其記錄用以使裝置執行上述基板處理方法的程式。

【0021】

以下，參考圖式，詳細說明各種例示的實施形態。又，對於各圖式中相同或相當的部分，賦予相同的符號。

【0022】

〔基板處理裝置的構成〕

圖1係本實施形態的基板處理裝置的示意圖(縱剖面側視圖)。圖1所示的基板處理裝置1，對晶圓W(基板)照射處理用的光。例如，基板處理裝置1係構成為：對於形成於晶圓W表面的光阻膜或光阻圖案，照射真空紫外線(VUV光：Vacuum Ultra Violet Light)，以改善此等光阻材料的表面的粗糙度。

【0023】

晶圓W係呈圓板狀，但亦可使用例如圓形的一部分有缺口、或呈多角形等圓形以外形狀的晶圓。晶圓W亦可為例如半導體基板、玻璃基板、光罩基板、FPD(Flat Panel Display：平面顯示器)基板之其他各種基板。

【0024】

圖2顯示以基板處理裝置1對晶圓W所進行的製程之例。如圖2(a)所示，於晶圓W中，於下層膜亦即SOC膜11(Silicon-on-Carbon：碳上覆矽)及SOC膜11上的

SOG膜12(Silicon-on-Glass：玻璃上覆矽)上，形成光阻圖案13。於基板處理裝置1中，藉由對於如此之晶圓W的表面照射處理用的光L1，而如圖2(b)所示，改善光阻圖案13的表面的粗糙度。又，光阻圖案13係用以蝕刻下層膜亦即SOC膜11和SOG膜12而於此等下層膜形成圖案之遮罩圖案。

【0025】

回到圖1，說明基板處理裝置1的各部。如圖1所示，基板處理裝置1具備：處理室20、光照射機構40及控制器100(控制部)。又，圖1中，僅顯示光照射機構40所包含的構成的一部分。

【0026】

處理室20包含：殼體21、搬運口22、旋轉支撐部25、氣體供給部30及氣體排出部35。殼體21例如係設於大氣環境中的真空容器的一部分，構成為可收納由搬運機構(未圖示)所搬運的晶圓W。於基板處理裝置1中，於將晶圓W收納於殼體21內的狀態下進行對晶圓W的處理。於殼體21的側壁，形成有搬運口22。搬運口22係用於對殼體21進行晶圓W的搬出入之開口。搬運口22藉由閘閥23進行開閉。

【0027】

旋轉支撐部25具有於殼體21內根據控制器100的指示使晶圓W旋轉同時加以固持的功能。旋轉支撐部25例如包含固持部26及旋轉驅動部27。固持部26支撐以形成有光阻圖案13的表面為上且水平配置之晶圓W的中央部分，並利用例如真空吸附等固持該晶圓W。旋轉驅動部27具有使固持晶圓W的固持部26與該晶圓W一同繞著鉛直的軸線A1旋轉的功能。旋轉驅動部27例如係以電動馬達作為動力源的旋轉致動器。

【0028】

氣體供給部30構成為經由形成於殼體21的貫通孔21a將鈍性氣體(例如氬、氦等)供給至殼體21內。氣體供給部30包含氣體源30a、閥30b及配管30c。氣體源30a貯存鈍性氣體，並用作為鈍性氣體的供給源。閥30b根據來自控制器100的動作信號而動作，以使配管30c開放及封閉。配管30c從上游側依序連接氣體源30a、閥30b及貫通孔21a。

【0029】

氣體排出部35經由形成於殼體21的貫通孔21b，使來自殼體21的氣體排出。氣體排出部35包含真空泵35a及配管35c。真空泵35a使氣體從殼體21內排出。配管35c連接貫通孔21b及真空泵35a。

【0030】

光照射機構40包含殼體41、光源42及開關43。殼體41設於殼體21的頂部。光源42係複數收納於殼體41內。圖3係光源42的配置的一例的俯視圖。光源42於俯視觀察下，係沿著以固持部26的旋轉軸亦即軸線A1為中心之2個同心圓而配置。具體而言，4個光源42沿著內側的圓，而8個光源42沿著外側的圓，分別於周向上隔著間隔而配置。又，藉由如此配置的光源42，使光照射至由固持部26所固持的晶圓W的整個表面。又，開關43切換光源42的點亮的開啟(on)/關閉(off)。開關43的動作由控制器100所控制。又，光源42的配置例僅為一例，可適當變更。

【0031】

光源42照射例如115nm～400nm的波長的光，亦即成為115nm～400nm的連續光譜的光。所謂成為此範圍的連續光譜的光，包含波長為10nm～200nm的光(亦

即VUV光)，且亦可包含波長大於VUV光的近紫外光(近紫外線)。來自光源42的光，可設為包含波長160nm以下頻帶的光的構成。光源42例如為氙燈具，可構成為能照射波長為200nm以下的VUV光。連續光譜的波峰的波長可為例如160nm以下，亦可為150nm以上。

【0032】

因從光源42所照射的光的光譜的波長區域較廣，故晶圓W上的光阻圖案13能接受各種波長的光的能量。結果，於光阻圖案13的表面產生各種反應。具體而言，藉由將構成光阻圖案13的分子中的各種位置中的化學鍵結切斷，而產生各種化合物，故可消除於光照射前存在於光阻膜中的分子所具有的定向性。結果，光阻圖案13中的表面自由能下降，且內部應力下降。亦即，藉由使用光源42作為光源，使得光阻圖案13的表面的流動性容易變高，結果，可使該表面的粗糙度的改善效果提高。

【0033】

又，在光阻圖案13，於來自光源42的光(特別是VUV光)的照射中及照射後，均產生交聯反應。藉由於光阻圖案13中同時產生交聯反應，使得光阻圖案13的表面硬化，結果使得蝕刻耐受性變高。因此，於以此光阻圖案13作為遮罩而進行下層膜的蝕刻時，可改善下層膜中的圖案的表面的粗糙度(roughness)。

【0034】

吾人認為，從光源42所照射的光中之較波長160nm為短波長的光的成分，對於上述的光阻圖案13及下層膜中的圖案的表面的粗糙度的改善有明顯貢獻。例如，吾人確認，於僅將較波長160nm為長波長的光照射於光阻圖案的情形時，表面的粗糙度的改善並未充分進行，而淨是化學鍵結的切斷有所進展。但是，即

使僅照射較波長160nm為短波長的光，仍無法充分進行表面的粗糙度的改善。因此，吾人認為，如氙燈般之包含較波長160nm為長波長的光及短波長的光二者且為連續光譜的光，對於表面的粗糙度的改善為重要。

【0035】

又，針對從光源42照射至光阻圖案13的光而言，於波長越長而強度越大的情形時，可到達該光阻圖案13的深層。然而，如上所述，從光源42所照射的光的光譜的波峰的波長，因係包含於VUV光的頻帶(10nm~200nm)中，故針對從光源42所照射的光而言，具有較長波長的光的強度為小。因此，從光源42所照射的光中，能到達光阻膜的深層的光為少，故於該光阻膜的深層中，可抑制上述的分子的鍵結的切斷。亦即，藉由使用光源42，可將光阻圖案13中藉由光照射而反應的區域，限定於表面。

【0036】

針對VUV光的頻帶的光，亦同樣地於光阻圖案的到達深度係因應於波長而變化。亦即，如上所述，波長長於光強度最強之波長150nm~160nm附近的光之成分，能到達光阻圖案13的深層(例如，150nm以上)。另一方面，波長短於150nm的成分，僅能到達光阻圖案13的表面附近(例如，50nm以下)。又，已知波長短於150nm的成分，於VUV光之中，其強度亦小於波峰波長帶的強度。亦即，有助於改善表面的粗糙度之較波長160nm為短波長的光的成分，僅到達光阻圖案13的表面附近(未到達至深層)，而於表面附近，促進交聯反應所致之光阻圖案13表面的硬化。如此，吾人認為，較波長160nm為短波長的光的成分，對於光阻圖案13表面附近中之交聯反應的促進為重要。如此，較波長160nm為短波長的光對於光阻圖案13的影響大，並促進光阻圖案13中所含成分的側鍵等的解離、內部應

力的下降及交聯反應。另一方面，因於改善光阻圖案13整體的膜質時，亦需要較波長160nm為長波長的光，故藉由以適度的平衡照射該等光，可達成膜質的改善。

【0037】

光源42產生相較於高斯分布的光，其強度分布為平坦的平頂(Top Hat)型的光。又，即使為平頂型的光，強度分布亦並非完全平坦。亦即，照射具有從光源42內的點光源44(參考圖1)所射出的擴散範圍的光，具體而言，將以點光源44作為頂點之成圓錐狀的光路的真空紫外線，往晶圓W照射。如此，從光源42所照射的光，於照射面上，其照射範圍成圓形。又，於圖3中，以虛線顯示從各光源42所輸出的光於晶圓W表面中之傳播範圍的大概基準。

【0038】

由於VUV光於氧存在的環境下會與該氧反應，故導致光阻圖案13的粗糙度的改善效果下降。是故，如後所述，為了於晶圓W的處理時去除殼體21內的氧，故於殼體21內形成真空環境。在此，如上所述以光照射使鍵結切斷而產生之分子量較小的分子，較容易作為氣體而釋出至此真空環境。與波長的穿透區域無關，都會產生利用分解、交聯所得的氣體。長波長的光雖到達至光阻圖案13的深部，但於此之前，利用短波長的光所進行的交聯反應持續進展(優勢作用)，可抑制光阻圖案13的高度、寬度等的外形變化。

【0039】

回到圖1，基板處理裝置1的控制器100控制旋轉支撐部25、氣體供給部30、氣體排出部35及光照射機構40。如圖4所例示，控制器100作為功能上的構成(以下稱「功能模組」)，包含照射控制部111、氣體供給控制部112、排氣控制部113

及出入控制部114。此等功能模組僅係為了方便而將控制器100的功能區分成複數模組，不代表構成控制器100的硬體一定要分成如此的模組。

【0040】

照射控制部111控制光照射機構40，以於期望的時機照射VUV光。例如，照射控制部111控制光照射機構40，以於照射的時機之前，使全部的光源42點亮。又，照射控制部111控制光照射機構40，以於照射的時機過後，使全部的光源42熄滅。

【0041】

氣體供給控制部112控制閥30b，以從貫通孔21a將鈍性氣體供給至殼體21內。排氣控制部113控制真空泵35a，以透過貫通孔21b將殼體21內的氣體排出至外部。

【0042】

出入控制部114控制閘閥23，以伴隨著晶圓W往殼體21內的搬入及晶圓W從殼體21內的搬出而使搬運口22開閉，並控制旋轉支撐部25，以切換利用固持部26所進行之晶圓W的固持及釋放。

【0043】

控制器100由一或複數個控制用電腦所構成。例如，控制器100包含如圖5所示的電路120。電路120包含一或複數個處理器121、記憶體122、儲存裝置123及輸出入埠124。儲存裝置123具有例如硬碟等電腦可讀取的記錄媒體。記錄媒體記錄用以使基板處理裝置1執行後述基板處理程序之程式。記錄媒體亦可為非揮發性半導體記憶體、磁碟及光碟等可取出的媒體。記憶體122係暫時記錄從儲存裝置123的記錄媒體載入的程式及由處理器121所得的運算結果。處理器121藉由

與記憶體122協同合作以執行上述程式，而構成上述各功能模組。輸出入埠124依照來自處理器121的指令，於控制器100所控制的各部間進行電信號的輸出入。

【0044】

又，控制器100的硬體構成不一定限於藉由程式構成各功能模組。例如控制器100的各功能模組亦可藉由專用的邏輯電路或將該邏輯電路整合而成的ASIC(Application Specific Integrated Circuit：特殊應用積體電路)所構成。

【0045】

〔基板處理方法〕

其次，參考圖1及圖6說明基板處理裝置1的動作(基板處理方法)。圖6係殼體21內的壓力的經時變化的概略圖表。圖6的圖表的橫軸顯示處理中的經過時間，縱軸顯示作為處理容器的殼體21內的壓力(單位：Pa)，並大致概要顯示對數軸。首先，於氣體供給部30及氣體排出部35的動作停止的狀態下，藉由搬運機構將晶圓W搬入至殼體21內。當將晶圓W載置於旋轉支撐部25的固持部26後，關閉閘閥23而使殼體21內成為氣密狀態。此時，殼體21內例如係設為標準氣壓的大氣環境(圖6的時刻t0)。其後，藉由氣體排出部35的動作，使殼體21內的壓力降低。

【0046】

當減壓持續進展，而殼體21內的壓力成為1Pa(時刻t1)時，使該壓力維持既定時間。於暫時維持1Pa的減壓狀態之後(時刻t2)，開啟氣體供給部30的閥30b而將Ar氣體供給至殼體21內。藉此，使於殼體21內形成Ar環境，且該殼體21內的壓力上升。又，減壓速度及升壓速度，可藉由氣體供給部30及氣體排出部35的動作而控制。又，減壓速度及升壓速度可為固定，亦可於途中變動。

【0047】

當利用Ar氣體例如使殼體21內的壓力達到10000Pa時，於維持殼體21內的壓力之狀態下，從光源42對晶圓W照射包含VUV光的光(時刻t3)。當從光源42照射光達既定時間例如30秒時，停止該光照射(時刻t4)。其後，於使氣體供給部30及氣體排出部35的動作停止且使殼體21內的壓力回到大氣環境之後，將晶圓W從殼體21內搬出。藉由以上所述，基板處理裝置1所進行的晶圓W的處理結束。

【0048】

如此，於基板處理裝置1中，於從光源42對晶圓W照射光時，亦進行以氣體供給部30所進行的氣體供給、及以氣體排出部35所進行的氣體排出。因此，可謂於維持殼體21內的壓力之狀態下，進行Ar氣體的置換。

【0049】

又，從光源42照射光的期間(時刻t3～時刻t4的期間)，殼體21內的壓力可為固定，亦可使逐漸變化。於圖6所示例中，於從光源42照射光的期間，為了抑制來自晶圓W表面的出氣(outgas)，將殼體21內的壓力設為10000Pa。然而，吾人認為，於從光源42照射光的期間，出氣的產生量會逐漸變少。於此情形時，亦可使殼體21內的壓力逐漸變小地變化而進行控制。藉由如此的構成，可於更接近真空的狀態下，對晶圓W進行光的照射。

【0050】

〔針對以ArF浸潤式曝光用光阻材料作為對象之基板處理〕

在此，於依本實施形態的基板處理裝置1中，針對用於光阻圖案13的光阻材料係適用於使用以ArF雷射(波長193nm)作為曝光光源的ArF浸潤式曝光裝置之浸潤式微影的材料的情形時，吾人發現以下情況。亦即，吾人發現，藉由以既定的條件下進行包含上述VUV光的光的照射，可改善光阻圖案13的表面的粗糙

度，且針對以此光阻圖案13作為遮罩並進行蝕刻的結果的圖案，亦可改善表面粗糙度。於以下的實施形態中，針對光阻材料係用於ArF浸潤式微影的材料的情形時的表面粗糙度的改善，進行說明。

【0051】

如上所述，對於適用於ArF浸潤式微影的光阻材料，調整成分使可以ArF雷射(波長193nm)進行曝光。因此，吾人認為，包含與針對ArF浸潤式微影用光阻材料的曝光波長相同之波長193nm的VUV光所進行之該處理的最佳條件，與對應於其他曝光波長的光阻材料不同。即使是以VUV光中所含之別的波長進行曝光的材料，對圖案的影響會依光的波長不同而變化。因此，有必要針對每個對應於各曝光條件的光阻材料，各自檢討最佳條件。又，於以下的實施形態中，針對使用一般的ArF浸潤式微影用光阻材料的情形，加以說明。又，光阻材料中，亦可包含酸產生劑等添加劑、溶劑，分解物等。

【0052】

如上所述，藉由基板處理裝置1中之包含VUV光之光的照射，將晶圓W中構成光阻圖案13之分子中的各種位置中之化學鍵結予以切斷，藉此而產生各種化合物。此時，由於化學鍵結的切斷係於各種位置產生，故吾人認為，光阻圖案13的表面中的粗糙度會較緩和。又，藉由於包含VUV光之光的照射中及照射後所產生的交聯反應，使光阻圖案13的表面硬化，結果蝕刻耐受性變高。亦即，藉由VUV光的照射，光阻圖案13中之化學鍵結的切斷與交聯反應可適當地進展。如此，藉由此化學鍵結的切斷及交聯反應，可改善光阻圖案13、及將光阻圖案13作為遮罩而進行蝕刻後的下層膜中之表面的粗糙度。

【0053】

但是，於光阻圖案13中之化學鍵結的切斷及交聯反應的任一者為不充分或過剩的情形時，上述表面的粗糙度的改善效果降低。換言之，藉由適度調整基板處理裝置1中之包含VUV光之光的照射程度，可提高表面的粗糙度的改善效果。針對此點，以下說明驗證後的結果。特別是，ArF浸潤式微影用的光阻材料對於來自包含VUV光之光源42的光的回應性高，而表面的粗糙度的改善效果會因應於其強度等而變化。關於此點亦加以說明。

【0054】

作為改變於基板處理裝置1中對光阻圖案13照射VUV光的情形時的照射條件的因素，例舉有「照射劑量(累計照射量)」、「照射時的Ar流量」，「照射時的晶圓旋轉圈數」，「光源的電流修正值(補償)」。其中，「照射劑量」係對應於從光源42對光阻圖案13所射出的光(VUV光)的能量之總量。又，「照射時的Ar流量」及「光源的電流修正值」，係與從光源42所射出的光的透射性有關。亦即，會影響VUV光對光阻圖案13能到達何種程度。又，「晶圓旋轉圈數」，會影響從光源42所射出的VUV光對於光阻圖案13產生何種程度的改質效果。以下，說明變更上述因素相關條件並進行評價後的結果。

【0055】

(關於線寬變化量之評價)

(評價測試1)

作為評價測試1，係評價使來自光源42的光的照射時的Ar流量於2條件下變化時的線寬(CD：Critical Dimension)的變化。評價的對象係光阻圖案13、及以光阻圖案13作為遮罩進行下層膜的蝕刻時下層膜中的圖案。

【0056】

首先，作為評價對象的晶圓W，準備於SOC膜11及SOG膜12上形成光阻圖案13之晶圓W。又，晶圓W的圖案寬度係設為45nm。

【0057】

將表面形成有光阻圖案13的晶圓W，收納於基板處理裝置1的殼體21內，並使殼體21內減壓。當殼體21內達到設定壓力後，藉由光源42照射光。一連串操作係與上述基板處理方法相同。使照射量以 $0\text{mj}/\text{cm}^2 \sim 150\text{mj}/\text{cm}^2$ 間的五階段(25.1、42.5、75.2、107.8、149的五階段)變化。而且，針對光阻圖案13、及以光阻圖案13作為遮罩進行下層膜的蝕刻時之下層膜中的圖案，各自測定線寬(CD)。又，將此時的晶圓旋轉圈數(對晶圓照射既定照射劑量的光之期間的晶圓旋轉圈數)設為3，而將燈具的修正值(光源的電流修正值)設為2.5。於以下的實施形態中，有時會將光阻圖案13稱為ADI(After Development Inspection；顯影後檢查)，而將下層膜中的圖案稱為AEI(After Etch Inspection；蝕刻後檢查)。

【0058】

圖7中，係針對以光源42所進行的光的照射時的Ar流量為15L/min的情形及20L/min的情形，各自顯示線寬(CD)的測定結果。圖7中，以使用基板處理裝置1而未進行來自包含VUV光之光源42的光的照射時的測定結果為基準值，分別繪製線寬相對於基準值有何種程度變化。

【0059】

(評價測試2)

作為評價測試2，於使來自光源42的光的照射時的晶圓旋轉圈數於3條件下變化的情形時，評價光阻圖案13(ADI)及下層膜圖案(AEI)中之線寬(CD)的變化。

【0060】

將表面形成有光阻圖案13的晶圓W，收納於基板處理裝置1的殼體21內，並使殼體21內減壓。當殼體21內達到設定壓力後，藉由光源42照射光。一連串操作係與上述基板處理方法相同。使照射量以 $0\text{mj}/\text{cm}^2 \sim 150\text{mj}/\text{cm}^2$ 間的三階段(25.1、75.2、149的三階段)變化。而且，針對光阻圖案13(ADI)及下層膜圖案(AEI)，分別測定線寬(CD)。又，將此時的Ar流量係設為20L/min，而將燈具的修正值係設為2.5。

【0061】

圖8中，針對以光源42進行光照射時晶圓旋轉圈數(照射既定量的光的期間的晶圓旋轉圈數)為旋轉1圈、旋轉3圈、旋轉5圈的情形時，分別顯示線寬(CD)的測定結果。圖8中，以使用基板處理裝置1而未進行來自包含VUV光之光源42的光的照射時的測定結果為基準值，分別繪製線寬相對於基準值有何種程度變化。

【0062】

(評價測試3)

作為評價測試3，於使來自光源42的光的照射時的燈具的電流修正值於2條件下變化的情形時，評價光阻圖案13(ADI)及下層膜圖案(AEI)中之線寬(CD)的變化。

【0063】

將表面形成有光阻圖案13的晶圓W，收納於基板處理裝置1的殼體21內，並使殼體21內減壓。當殼體21內達到設定壓力後，藉由光源42照射光。一連串操作係與上述基板處理方法相同。使照射量以 $0\text{mj}/\text{cm}^2 \sim 150\text{mj}/\text{cm}^2$ 間的五階段(25.1、42.5、75.2、107.8、149的五階段)變化。而且，針對光阻圖案13(ADI)及

下層膜圖案(AEI)，分別測定線寬(CD)。又，將此時的Ar流量設為20L/min，而將晶圓旋轉圈數設為3。

【0064】

圖9中，針對光源42中之燈具的修正值(電流修正值)為2.5及3.5的情形，分別顯示線寬(CD)的測定結果。圖9中，以使用基板處理裝置1而未進行來自包含VUV光之光源42的光的照射時的測定結果為基準值，分別繪製線寬相對於基準值有何種程度變化。

【0065】

(評價測試1～3的結果)

於圖7～圖9之任一者皆為：針對光阻圖案(ADI)的線寬，於照射劑量50mj/cm²附近線寬為最小，其後當照射劑量增加，則線寬逐漸變大。又，針對下層膜的蝕刻圖案(AEI)的線寬，於照射劑量50mj/cm²線寬為最小，其後當照射劑量增加則線寬成為大致固定。

【0066】

於光阻圖案(ADI)及下層膜圖案(AEI)的雙方，因至照射劑量成為50mj/cm²附近為止，線寬逐漸變小，故吾人認為光阻圖案中之反應並不充分(照射劑量不足)。另一方面，於照射劑量超過50mj/cm²的情形時，光阻圖案(ADI)的線寬雖變大，但下層膜圖案(AEI)的線寬沒有改變。由此可推知，於照射劑量50mj/cm²左右，光阻圖案13內的鍵結的切斷及交聯反應於某種程度充分進行，結果為光阻圖案13的蝕刻耐受性提高的狀態。因此，吾人認為，即使令照射劑量變化，下層膜圖案(AEI)的線寬於某種程度保持固定。但是，光阻圖案13於使照射劑量從50mj/cm²增加時，則得到線寬變大的結果。據此，吾人認為，若使照射劑量從

50mj/cm²增加，則化學鍵結的切斷比交聯反應更過剩地進行，而使光阻圖案13成為所謂鬆散狀態。據此，吾人認為，藉由將照射劑量設為50mj/cm²左右，可使光阻圖案(AEI)中之利用VUV光的照射所進行的反應適當地進行。

【0067】

又，圖7中之Ar20L/min的條件下之下層膜圖案(AEI)的線寬，小於Ar15L/min的條件下之下層膜圖案(AEI)的線寬。又，圖9中之燈具修正值3.5的條件下之下層膜圖案(AEI)的線寬，小於燈具修正值2.5的條件下之下層膜圖案(AEI)的線寬。吾人認為，此意味著藉由來自光源42的光照射使於光阻圖案13的反應過剩地進行，而使光阻圖案13中之蝕刻耐受性下降。

【0068】

如上所述，Ar流量及燈具修正值皆為與從光源42所射出的光的透射性相關的值。例如，Ar流量係於光的照射中使殼體21內維持既定壓力並同時供給至殼體21內的Ar的流量。因此，若Ar的流量增加則從殼體21往外部的氣體排出量亦增加，故亦可促進於殼體21內所產生的雜質(昇華物等)往外部排出。反之，若Ar的流量減少，則於殼體21內所產生的雜質容易滯留於殼體21內。因此，從光源42所射出的光的一部分，會由雜質等所吸收或擴散。結果，對晶圓W所照射的光的光譜，可能會相對於來自光源42的光而變化。如此，Ar流量係可能會對從光源42所射出的光的透射性或波長特性造成影響的因素。

【0069】

又，燈具修正值係與從光源42射出的光的強度相關之值，若使修正值增加，則來自光源42的光的強度增強，使得光到達阻圖案13的光量增加。如此，於使Ar流量增加的情形及使燈具修正值增加的情形中之任一者，皆會使到達光阻圖

案13的光的量增加。因此，相較於使Ar流量減少的情形或使燈具修正值減少的情形，能使光阻圖案13中的反應進展。又，雖然係將相同照射劑量的光照射至光阻圖案13的條件，但由於Ar流量或燈具修正值增加，使得光阻圖案13(ADI)的線寬不會改變。相對於此，下層膜圖案(AEI)的線寬以逐漸變小的方式變化。由此可推測，蝕刻時上層的光阻圖案13之作為遮罩的功能下降。

【0070】

(有關表面的粗糙度的改善的評價)

(評價測試4)

作為評價測試4，於使來自光源42的光的照射時的Ar流量於2條件下變化的情形時，評價光阻圖案13、及以光阻圖案13作為遮罩進行下層膜的蝕刻時之下層膜中的圖案，二者的LWR的變化。LWR(line width roughness：線寬粗糙度)係圖案的粗糙度的指標，值越小表示圖案的表面的粗糙度越低。

【0071】

作為評價對象，準備於SOC膜11及SOG膜12上形成光阻圖案13的晶圓W。

又，將晶圓W的圖案寬度設為45nm。

【0072】

將表面形成有光阻圖案13的晶圓W，收納於基板處理裝置1的殼體21內，並使殼體21內減壓。當殼體21內達到設定壓力後，藉由光源42照射光。一連串操作係與上述基板處理方法相同。使照射量以 $0\text{mj}/\text{cm}^2 \sim 150\text{mj}/\text{cm}^2$ 間的五階段(25.1、42.5、75.2、107.8、149的五階段)變化。而且，針對光阻圖案13(ADI)、及以光阻圖案13作為遮罩進行下層膜的蝕刻時之下層膜中的圖案(AEI)，各自測

定LWR。又，將此時的晶圓旋轉圈數(對晶圓照射既定照射劑量的光之期間的晶圓旋轉圈數)設為3，而將燈具的修正值設為2.5。

【0073】

於圖10中，針對以光源42所進行之光照射時的Ar流量為15L/min及20L/min的情形，分別顯示LWR的測定結果。圖10中，以使用基板處理裝置1而未進行來自包含VUV光之光源42的光的照射時的測定結果為基準值，計算相對於基準值表面的粗糙度改善至何種程度作為改善率，並顯示為長條圖。改善率係使用(各條件下之LWR－基準值)/(基準值) $\times 100(\%)$ 的數學式加以計算。

【0074】

(評價測試5)

作為評價測試5，於使來自光源42的光的照射時的晶圓旋轉圈數於3條件下變化的情形時，評價光阻圖案13(ADI)及下層膜圖案(AEI)中之LWR的變化。

【0075】

將表面形成有光阻圖案13的晶圓W，收納於基板處理裝置1的殼體21內，並使殼體21內減壓。當殼體21內達到設定壓力後，藉由光源42照射光。一連串操作係與上述基板處理方法相同。使照射量以0mj/cm²～150mj/cm²間的三階段(25.1、75.2、149的三階段)變化。而且，針對光阻圖案13(ADI)及下層膜圖案(AEI)，各自測定LWR。又，將此時的Ar流量設為20L/min，而將燈具的修正值設為2.5。

【0076】

圖11中，針對以光源42所進行之光照射時的晶圓旋轉圈數(照射既定量的光的期間的晶圓旋轉圈數)以旋轉1圈、旋轉3圈、旋轉5圈的情形時，分別顯示LWR

的測定結果。圖11中，以使用基板處理裝置1而未進行來自包含VUV光之光源42的光的照射時的測定結果為基準值，計算表示LWR相對於基準值有何種程度變化的改善率，並各自表示為長條圖。

【0077】

(評價測試6)

作為評價測試6，於使來自光源42的光的照射時的燈具的電流修正值於2條件下變化的情形時，評價光阻圖案13(ADI)及下層膜圖案(AEI)中之LWR的變化。

【0078】

將表面形成有光阻圖案13的晶圓W，收納於基板處理裝置1的殼體21內，並使殼體21內減壓。當殼體21內達到設定壓力後，藉由光源42照射光。一連串操作係與上述基板處理方法相同。使照射量以 $0\text{mj}/\text{cm}^2 \sim 150\text{mj}/\text{cm}^2$ 間的五階段(25.1、42.5、75.2、107.8、149的五階段)變化。而且，針對光阻圖案13(ADI)及下層膜圖案(AEI)，分別測定LWR。又，將此時的Ar流量設為20L/min，而將晶圓旋轉圈數設為3。

【0079】

圖12中，針對光源42中之燈具的修正值(電流修正值)為2.5及3.5的情形，分別顯示LWR的測定結果。圖12中，以使用基板處理裝置1而未進行來自包含VUV光之光源42的光的照射時的測定結果為基準值，計算表示LWR相對於基準值有何種程度變化的改善率，並各自表示為長條圖。

【0080】

(評價測試4～6的結果)

於圖10～圖12中之任一者中，針對下層膜圖案(AEI)的LWR，當大於照射劑量 $50\text{mj}/\text{cm}^2$ ，皆有大幅改善。據此，吾人認為，於照射劑量 $50\text{mj}/\text{cm}^2$ 左右的光(VUV光)的照射下，可實現對於下層膜圖案(AEI)的表面的粗糙度有充分改善之光阻圖案13的改質。此與依線寬所進行的評價測試1～3的結果為大致相同傾向。又，吾人認為，當照射劑量大於 $75\text{mj}/\text{cm}^2$ ，則LWR的改善率為穩定。

【0081】

又，從評價測試1～3的結果，於設為 $\text{Ar}20\text{L}/\text{min}$ 或燈具修正值3.5的情形時，針對光阻圖案13中之蝕刻耐受性下降的可能性加以說明，而吾人認為，從評價測試4～6的結果，亦能得到相同結論。亦即，顯示下述傾向：圖10中之 $\text{Ar}20\text{L}/\text{min}$ 的條件下的下層膜圖案(AEI)的LWR的改善率，小於 $\text{Ar}15\text{L}/\text{min}$ 的條件下的下層膜圖案(AEI)的LWR的改善率。又，顯示下述傾向：圖12中之燈具修正值3.5的條件下的下層膜圖案(AEI)的LWR的改善率，小於燈具修正值2.5的條件下的下層膜圖案(AEI)的LWR的改善率。

【0082】

(針對晶圓的旋轉所致之光的照射效果的變化)

又，從圖11所示結果可得知，來自光源42的包含VUV光之光的照射時的晶圓W的旋轉圈數對LWR的改善率的影響雖然輕微，但有旋轉圈數越多則LWR的改善率越高的傾向。作為顯示如此傾向的理由，吾人認為，即使於將相同照射劑量的光(VUV光)照射至光阻圖案13的情形時，往光阻圖案13內部穿透的傾向會依旋轉圈數而變化。

【0083】

圖13係針對利用晶圓W旋轉時之晶圓W上的特定位置與光源42的相對位置的變化而使該位置所接收到的光的強度的變化之說明圖。圖13(a)係針對來自光源42的光的擴散範圍的示意圖。圖13(a)所示照射位置C0，係對應於光源42內的點光源44的(正下方)位置，來自光源42的光的強度為最大。另一方面，光的強度隨著從與點光源44對應的照射位置C0分離而變小，於端部的照射位置C1，光的強度成為最小。如此，光源42的光量因應於與光源42的位置關係而大幅變化。因此，於基板處理裝置1中，吾人嘗試藉由使晶圓W旋轉，而使晶圓W表面的各位置中所接收到的光量於某種程度上能均勻。

【0084】

圖13(b)中，將於使晶圓W旋轉時晶圓W的特定一點(在此稱為特定點)相對於光源42的移動，概要顯示為箭頭R1。圖13(b)中，顯示將4個光源42配置於與照射位置C0對應的位置之狀態。接著，藉由使晶圓W旋轉，而使晶圓W上的特定點沿著箭頭R1而旋轉。此時，晶圓W通過2個照射位置C0，且通過4個照射位置C1。如上所述，照射位置C0係來自光源42的光的強度為最大的位置，而另一方面，照射位置C1中來自光源42的光的強度為最小。亦即，於晶圓W上的特定點沿著箭頭R1移動(旋轉)時，特定點所接收到的光的強度因應於通過照射位置C0與照射位置C1二者而變化。圖13(c)及圖13(d)係沿著箭頭R1移動之晶圓W上的特定點所接收到的光的強度的變化的概要示意圖。圖13(d)所示之例，相較於圖13(c)，係使旋轉圈數增加。即使於將旋轉圈數增加的情形，因特定點的移動路徑(相當於箭頭R1)沒有改變，故特定點會通過照射位置C0、C1二者。但是，於旋轉圈數多的情形時，特定點所接收到的光的強度變化的速度亦變快。

【0085】

於光強度為大的狀態(例如，圖13中之照射位置C0等)下，來自光源42的光中，VUV光中強度大的波長區域的光及強度小的波長區域的光，皆容易穿透至光阻圖案13。另一方面，於光強度為小的狀態(例如，圖13中之照射位置C1等)下，則來自光源42的光中，VUV光中強度大的波長區域的光穿透至光阻圖案13，但強度小的波長區域的光不易穿透至光阻圖案13的狀態。亦即，吾人認為，於光強度為小的狀態下，與VUV光的連續光譜對應之各波長的成分的光中，特別是強度小的波長區域的光，無法照射出足以促進光阻圖案13中之改質的光量。

【0086】

於適用於本實施形態所使用的ArF浸潤式微影之光阻材料時，將旋轉圈數提高至某種程度，例如，作成如圖13(d)所示之照射至特定點的光的強度為大的狀態重複多次之狀態。吾人認為，藉由設為如此的構成，可使與射往光阻圖案13的VUV光的連續光譜對應之各成分，適當地穿透至光阻圖案13的期望的位置(因應於各波長的光之穿透深度)。因此，如圖11的結果所示，吾人認為，藉由使旋轉圈數變多，可得到LWR的改善率變大的傾向。又，作為具體的旋轉圈數，例舉如，於將 $50\text{mj}/\text{cm}^2$ 的照射劑量的光照射至晶圓W的期間，設為使晶圓W旋轉3～12圈左右。此值例如於將來自光源42的照度設為 $0.8\text{mW}/\text{cm}^2$ 的情形時，因1製程所需的時間為63秒，故相當於將固持部26的旋轉速度設為 $2\text{rpm} \sim 12\text{rpm}$ 左右。

【0087】

又，晶圓W的旋轉圈數於進行來自光源42之光照射期間，亦可不設為固定。如上所述，若旋轉圈數變大，則VUV光中強度大的波長區域的光變得容易穿透至光阻圖案13。因此，亦可一面使旋轉圈數變化一面將來自光源42的光照射至

晶圓W，藉調整來自光源42的光的照射，以使更多特定的波長區域的光更容易穿透至晶圓W。

【0088】

又，於使如晶圓W般之圓形基板以某角速度旋轉時，於晶圓W的內側(中央附近)與外側(端部附近)，因相對於光源42的移動速度不同，故旋轉時之晶圓W與光源42的位置關係明顯不同。具體而言，因當離旋轉的中心的距離越遠，實質上的移動速度越快，故晶圓W的內側相對於光源42的移動速度越慢，而外側相對於光源42的移動速度越快。又，於晶圓W旋轉1圈的期間所通過的照射區，於晶圓W的內側與外側亦明顯不同。例如，於將光源42設為如圖3的配置時，於晶圓W的內側，於晶圓W旋轉1圈的期間，通過由內側的4個光源42所照射的照射區。另一方面，於晶圓W的外側，於晶圓W旋轉1圈的期間，通過由外側的8個光源42所照射的照射區。因此，晶圓W的外側通過較多由光源42所照射的照射區，且通過光的強度大的區域的次數較多。如此，即使晶圓W係以某固定速度旋轉，晶圓W表面的光阻圖案13所接收到的光(特別是，所照射的光的強度變化的速度)，有時會因應於晶圓W的位置(特別是，離旋轉的中心的距離)而有所不同。因此，就結果而言，吾人認為，光阻圖案13的表面的粗糙度的改善程度會因應於晶圓W的表面的位置而有所不同。又，於圖3所示配置的情形時，於晶圓W的外側，會重複通過由光源42所照射之光強度大的區域，而通過光強度小的區域中之1個區域的時間帶變短。因此，由於晶圓W變得強烈受到通過由光源42所照射之光強度大的區域的時間帶的影響，故可促進光阻圖案13中之由光所進行的改質。

【0089】

圖14中，顯示於一面使晶圓W旋轉一面照射來自複數光源42的光的情形時，於晶圓W的各位置中所接收到的光照度分布(光照射量的分布)的一例。在此，光源42的配置係如圖3所示於內外配置複數個光源42的情形。於圖14所示例中，吾人確認，於晶圓W的外側與內側，產生晶圓W表面所接收到的光的照度的偏差。具體而言，於晶圓W的外側的區域W1中，接收到的照度為中等程度，相對於此，於晶圓W的內側的區域W2中，接收到的照度較低(區域W2成為Min.側的顏色)。又，於中央附近，於區域W1與區域W2間亦存在照度因應於與中心的距離而變化的區域。作為產生如此的光的照度的偏差的原因，例舉為：如上所述，晶圓W對光源42的移動速度會依晶圓W的位置而不同。又，以何種方式通過各光源42的照射區中之強度強的區域(例如，圖13中之照射位置C0等)與強度弱的區域(例如，圖13中之照射位置C1等)會依晶圓W的各位置而不同，亦可為原因。吾人認為，如此的照度分布的偏差，亦會影響光阻圖案13及下層膜圖案的表面的粗糙度的改善效果的偏差。

【0090】

於晶圓W的表面的各位置中(特別是徑向中)產生照度分布的偏差時，作為改善此照度分布偏差的方法，可為變更從複數光源42對晶圓W所照射的光的強度。

【0091】

使從光源42對晶圓W照射的光的強度因應於晶圓W的位置(特別是於內側及外側)而不同的具體手法，並無特別限定。例如，可變更光源42的配置、光源42的數量、及從各光源42所輸出的光的強度等。例如，於圖3所示之12個光源42中，藉由將內側的4個光源的電流修正值設為3.5，並將外側的8個光源的電流修正值設為2.5，可使從內側的光源42所輸出的光的強度大於來自外側光源的光的強

度。又，亦可不進行電流修正值等變更，而藉由變更光源的配置等，而使如圖14所示之照度分布的偏差減少。如上所述，從光源42所輸出的光，即使於照射區內，於中央附近(C0)及端部附近(C1)的光強度明顯不同。又，於中央附近(C0)及端部附近(C1)，於通過該區域時，光阻圖案13中之光到達深層的程度、或基於所接收到的光之光阻圖案13的改質程度明顯不同。再者，藉由將相鄰的光源42彼此接近配置，以使照射區的端部附近重疊，可於通過重疊區域時，使晶圓W所接收到的光的量增加。因此，藉由調整重疊區域的大小等，亦可調整光阻圖案13所接收到的光的量。如此，特別是藉由變更與光源42相關的各種構成，可實現使從光源42對晶圓W照射的光的強度因應於晶圓W的位置(特別是於內側及外側)而不同的構成。

【0092】

又，所謂晶圓W的「內側」及「外側」，係表示相對的位置關係。因此，對於將內側與外側的邊界設於何處並無特別限定。依光源42的數量及其配置，沿著晶圓W的徑向的照度分布的偏差所產生的位置會改變。但是，由於一面使晶圓W旋轉一面從光源42照射光，故於內側，晶圓W的移動速度較慢，而於外側，晶圓W的移動速度較快。因此，有較高的傾向，晶圓W的內側較晶圓W的外側，不易受到足夠用於光阻圖案13的改質(化學鍵結的切斷及交聯反應)的光。考量此點，只要係使從光源42對晶圓W照射的光的強度於晶圓W的內側與外側不同的構成即可。

【0093】

又，即使係如上述ArF浸潤式微影用的光阻材料般之對來自光源42的光為高回應性的材料，於光阻膜的膜厚為厚的情形時，仍有可能無法充分進行光阻圖

案13的改質(化學鍵結的切斷及於表面的交聯反應)。如上所述，吾人認為對於光阻圖案13的表面附近中之交聯反應的促進為重要之較波長160nm為短波長的光的成分，難以到達深層。因此，若形成光阻圖案13的光阻膜的膜厚較厚，則改質的進行可能會因應於光阻圖案13的位置而不同。具體而言，就算於上方藉由來自光源42的光所進行的改質充分進行而蝕刻耐受性提高，但亦可能於光阻圖案13的下方(靠近下層膜之側)改質未充分進行而蝕刻耐受性無法提高。較波長160nm為短波長的光的成分，已確認僅能從光阻圖案13表面穿透至50nm左右。因此推論，利用上述VUV光的光阻圖案13的改質所得到的表面的粗糙度的改善效果，於光阻的膜厚(光阻圖案13的高度)小於50nm時特別顯著。

【0094】

〔作用〕

如上所述，藉由上述之基板處理裝置1及基板處理方法，可使對基板內側的光照射量，大於對基板外側的光照射量。因此，針對基板內側，亦可增加光的照射量，可提高表面的粗糙度的改善效果。如上所述，於在表面形成有由ArF浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板中，圖案表面粗糙度的改善程度較易因應於光的照射量而變化。又，於一面使基板旋轉一面照射光的情形時，吾人認為，內側因基板的移動速度較慢，故光的照射量較少。相對於此，藉由設為上述構成，可使基板表面之由光阻材料所成的圖案接收到的光的量增加，特別是可提高於內側表面粗糙度的改善效果。

【0095】

又，於基板處理裝置1中，可設為下述態樣：使對基板內側照射光的光源42中的輸出強度，大於對基板外側照射光的光源42中之輸出強度。如此，藉由增

加光源42中之輸出強度，於設為使對基板內側的光照射量大於對基板外側的光照射量之構成時，可更簡便地實施基板的內側與外側間之光照射量的調整。又，亦可設為下述構成：將上述輸出強度的調整，限定於對基板照射光的時間帶的一部分實施。例如，亦可於進行照射的最初或最後，降低與基板外側對應之光源的輸出，亦可提高與基板內側對應之光源的輸出。

【0096】

又，除了如上所述，使對基板內側照射光的光源42中的輸出強度大於對基板外側照射光的光源42中之輸出強度之態樣外，亦可使照射時間彼此相異。亦即，亦可設為下述構成：藉由使利用光源42照射光的時間在基板的內側與外側彼此相異，可使對基板內側的光照射量大於對基板外側的光照射量。例如，亦可相較於對基板外側照射光的光源42，先從對基板內側照射光的光源42開始進行照射。又，亦可於停止來自對基板外側照射光的光源42的光的照射之後，停止來自對基板內側照射光的光源42的光的照射。如此，亦可藉由使對基板內側照射光的光源42中之照射時間，長於對基板外側照射光的光源42中之照射時間，使對基板內側的光照射量大於對基板外側的光照射量。再者，亦可藉由將於上述實施形態所說明的輸出強度的調整和照射時間的調整加以組合，使對基板內側的光照射量大於對基板外側的光照射量。於此情形時，亦能使對基板內側照射光的光源42中之照射時間，短於對基板外側照射光的光源42中之照射時間，同時使對基板內側的光照射量大於對基板外側的光照射量。

【0097】

又，包含：對處理容器內供給鈍性氣體的氣體供給部30、及從處理容器內排出氣體的氣體排出部35。此時，氣體供給部30及氣體排出部35可設為下述態

樣：於藉由光源部照射光的期間，一面使處理容器內的壓力變化，一面進行氣體的供給及排出。藉由如此的構成，可於一面設為使處理容器內的壓力因應於基板的表面狀況的狀態下，一面對圖案照射真空紫外線。

【0098】

以上，針對各種例示的實施形態加以說明，但不限於上述例示的實施形態，亦可有各種省略、置換及變更。又，可將不同實施形態中之因素予以組合而形成其他實施形態。

【0099】

例如，可適當變更基板處理裝置1中之光源42的配置及數量等。又，亦可追加用以控制從光源42所射出的光的行進路徑之構件等。又，針對基板處理裝置1內中之各部的配置及構成，亦可適當變更。又，於上述實施形態所說明的壓力控制等僅為一例，包含來自光源42的光的照射前的階段之殼體21內的壓力控制，亦可變更。

【0100】

從以上說明，當可理解本發明的各種實施形態，係以說明的目的而於本說明書中說明，於不超出本發明的範圍及主旨下可有各種變更。因此，於本說明書所揭示的各種實施形態並非用以限定，真正的範圍及主旨係由附加的專利申請範圍所顯示。

【符號說明】

【0101】

1:基板處理裝置

11:SOC膜

12:SOG膜

13:光阻圖案

20:處理室

21:殼體

21a:貫通孔

21b:貫通孔

22:搬運口

23:閘閥

25:旋轉支撐部

26:固持部

27:旋轉驅動部

30:氣體供給部

30a:氣體源

30b:閥

30c:配管

35:氣體排出部

35a:真空泵

35c:配管

40:光照射機構

41:殼體

42:光源

- 43:開關
- 44:點光源
- 100:控制器
- 111:照射控制部
- 112:氣體供給控制部
- 113:排氣控制部
- 114:出入控制部
- 120:電路
- 121:處理器
- 122:記憶體
- 123:儲存裝置
- 124:輸出入埠
- A1:軸線
- C0,C1:照射位置
- L1:光
- Min.:最小
- MAx.:最大
- R1:箭頭
- W:晶圓
- W1,W2:區域

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種基板處理裝置，包含：

固持部，於處理容器內，將在表面形成有藉由ArF浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板，加以固持；

旋轉驅動部，使該固持部旋轉；及

光源部，具有複數光源，該複數光源對於藉由該旋轉驅動部而旋轉之該固持部所固持的該基板的表面，照射包含真空紫外線的光；

使來自該光源部的光對於該基板的內側之照射量，大於來自該光源部的光對於該基板的外側之照射量。

【請求項2】

如請求項1之基板處理裝置，其中，

使對該基板內側照射光的光源之輸出強度，大於對該基板外側照射光的光源之輸出強度。

【請求項3】

如請求項1或2之基板處理裝置，其中，

使對該基板內側照射光的時間，與對該基板外側照射光的時間彼此相異。

【請求項4】

如請求項1或2之基板處理裝置，更包含：

氣體供給部，對該處理容器內供給鈍性氣體；及

氣體排出部，從該處理容器內排出氣體；

該氣體供給部及該氣體排出部，於藉由該光源部照射光的期間，一面使該處理容器內的壓力變化，一面進行該氣體的供給及排出。

【請求項5】

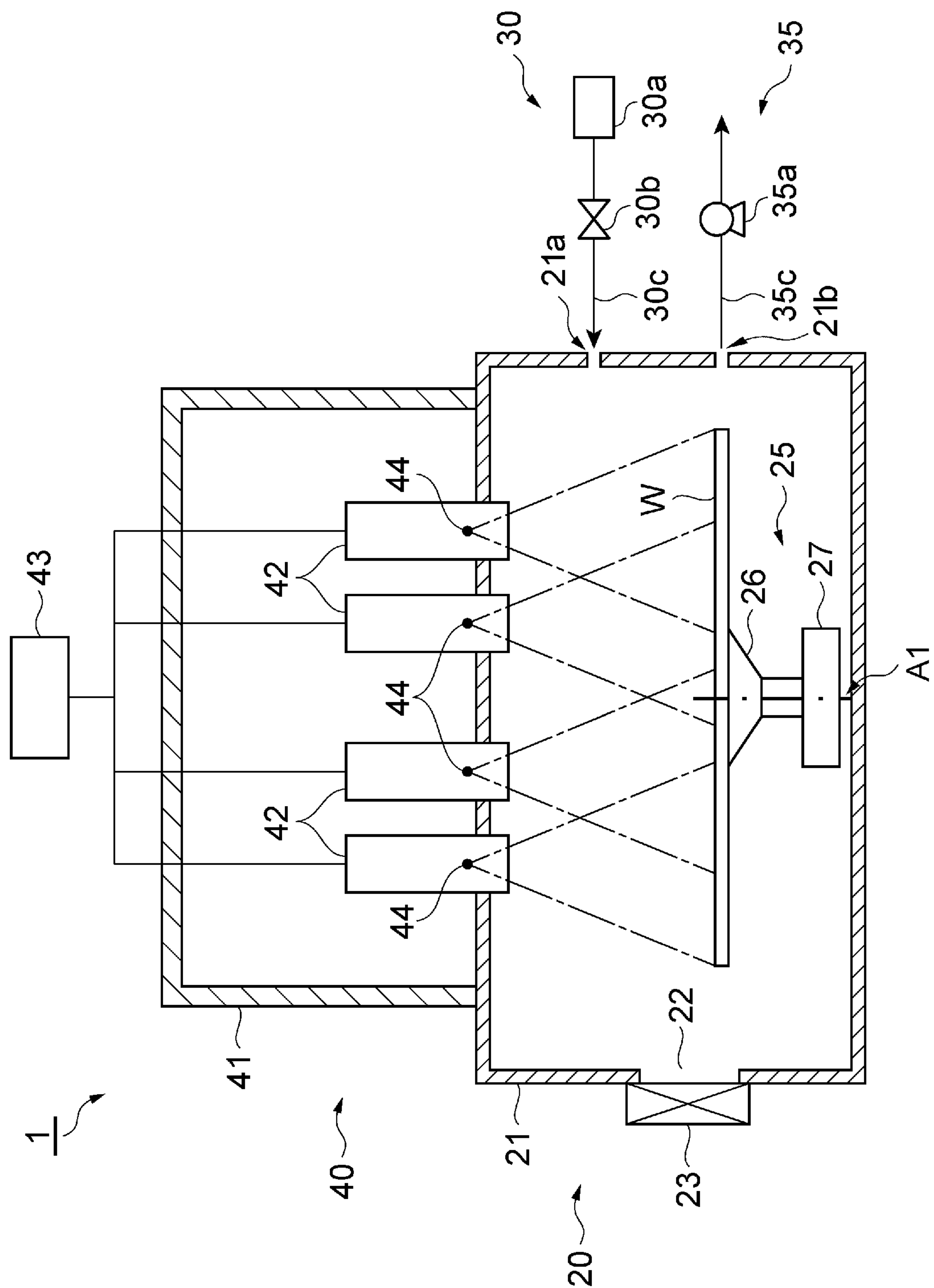
一種基板處理方法，其係於處理容器內，一面使在表面形成有藉由ArF浸潤式微影用光阻材料所得之圖案的基板旋轉，一面從具有複數光源的光源部對該基板的表面照射包含真空紫外線的光，

其中：

使來自該光源部的光對於該基板的內側之照射量，大於來自該光源部的光對於該基板的外側之照射量。

【請求項6】

一種電腦可讀取之記錄媒體，記錄用以使裝置執行請求項5之基板處理方法的程式。



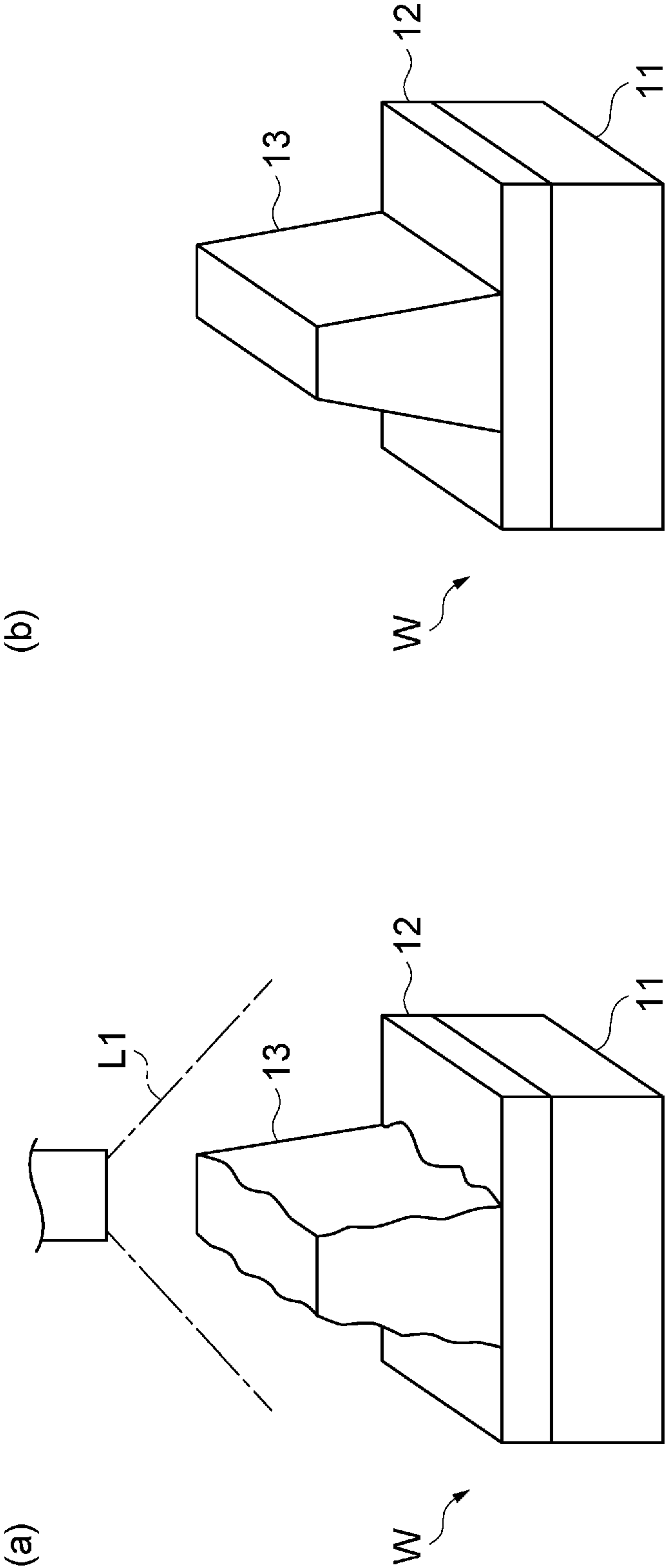


圖 2

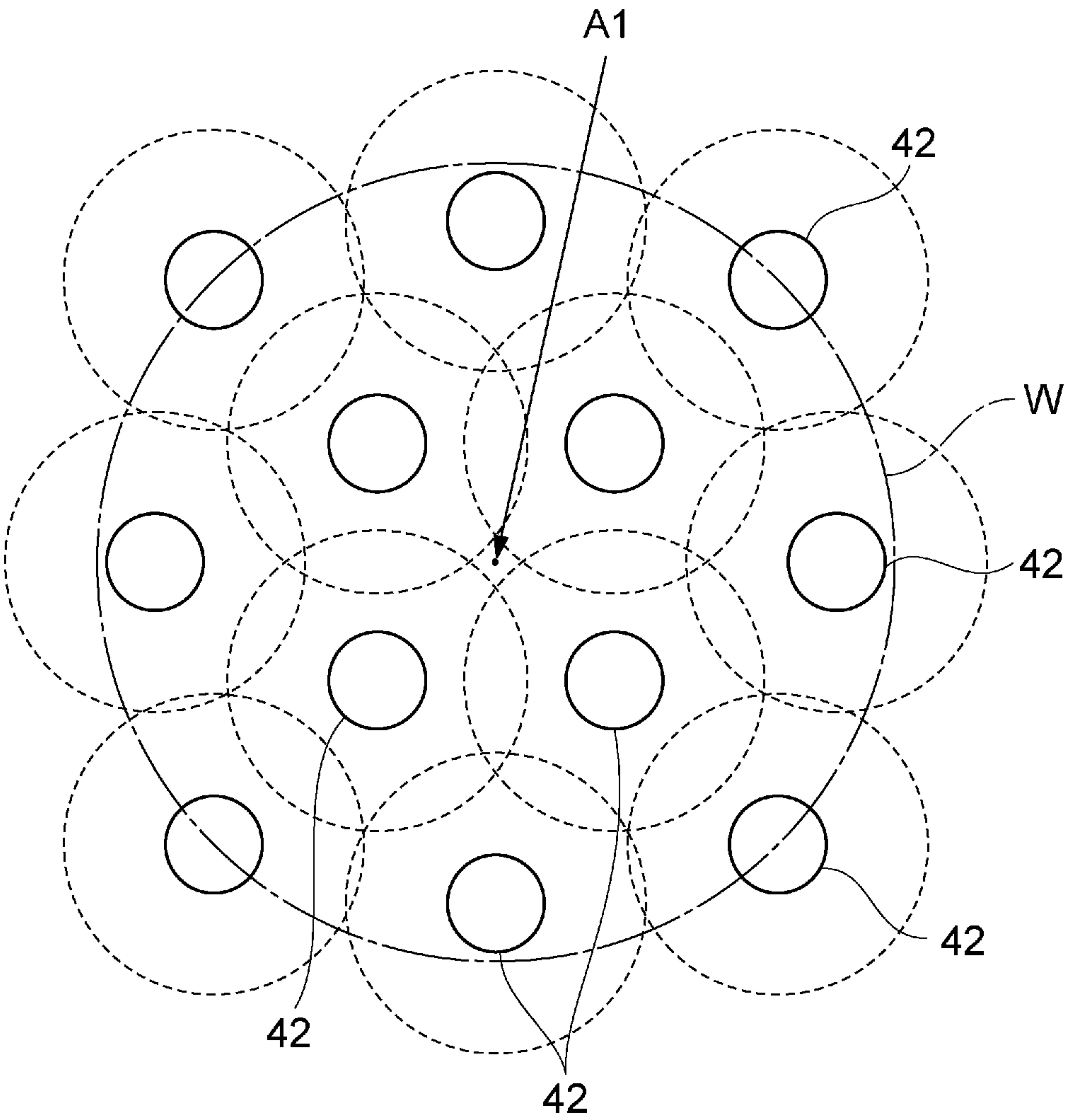


圖 3

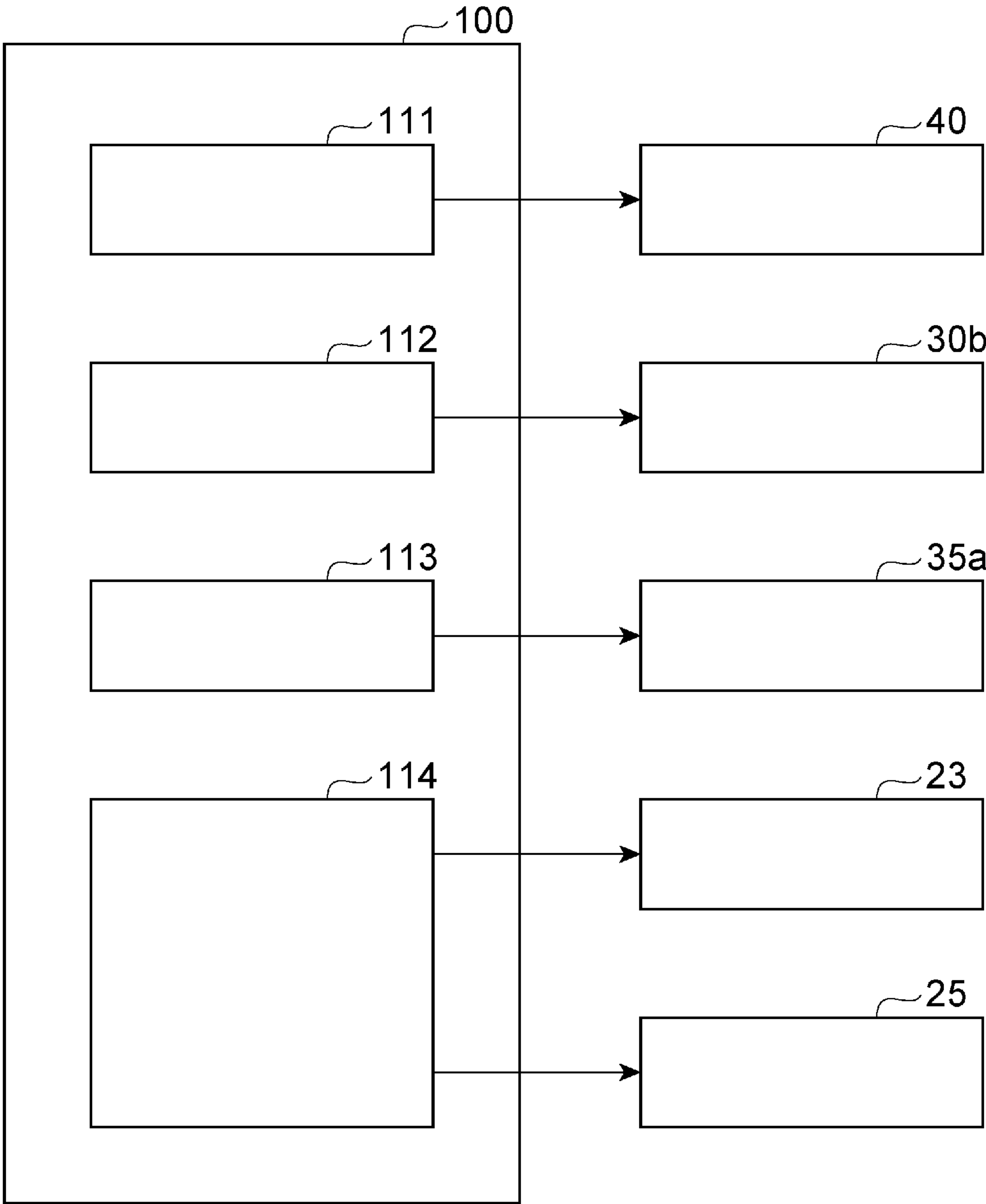


圖 4

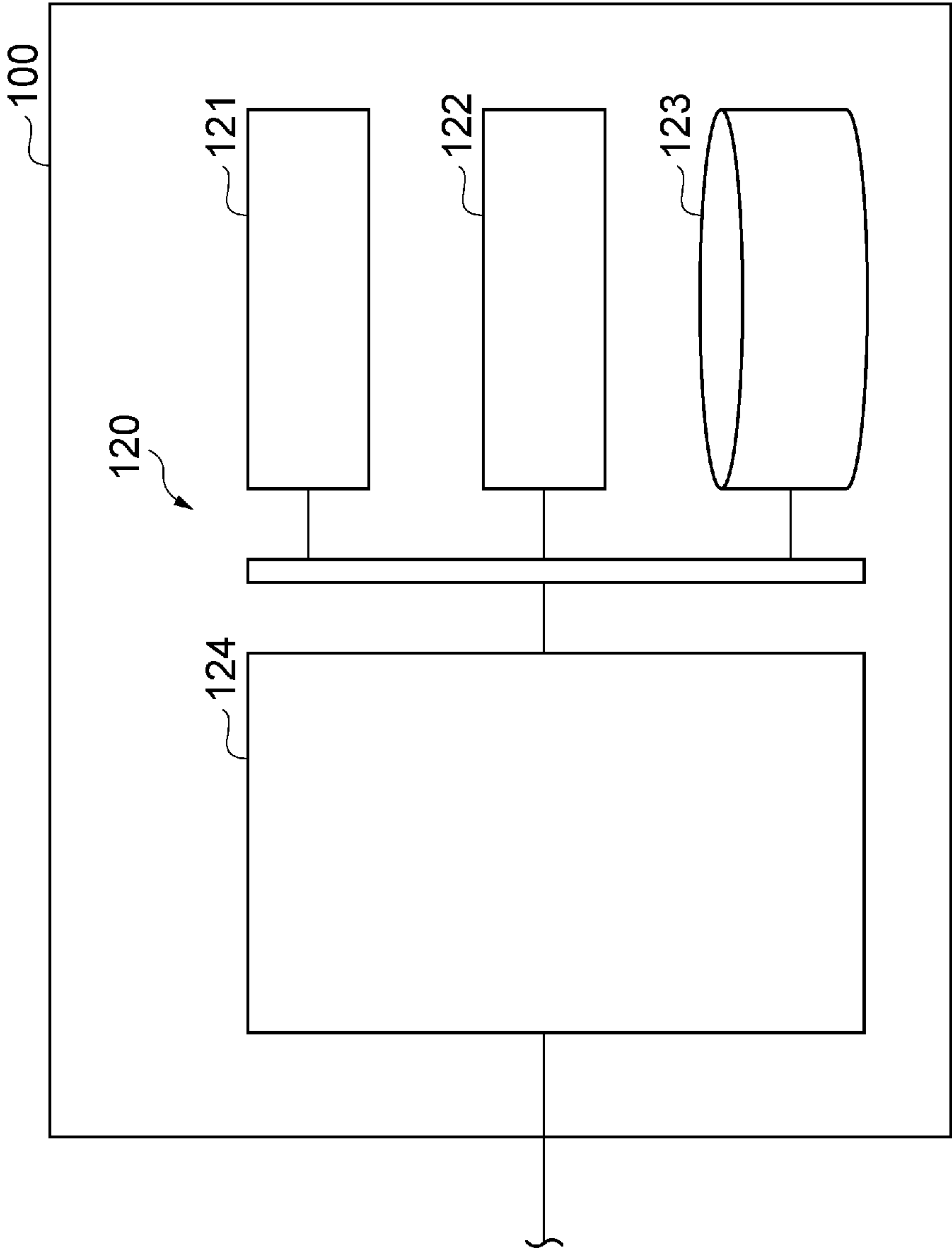


圖 5

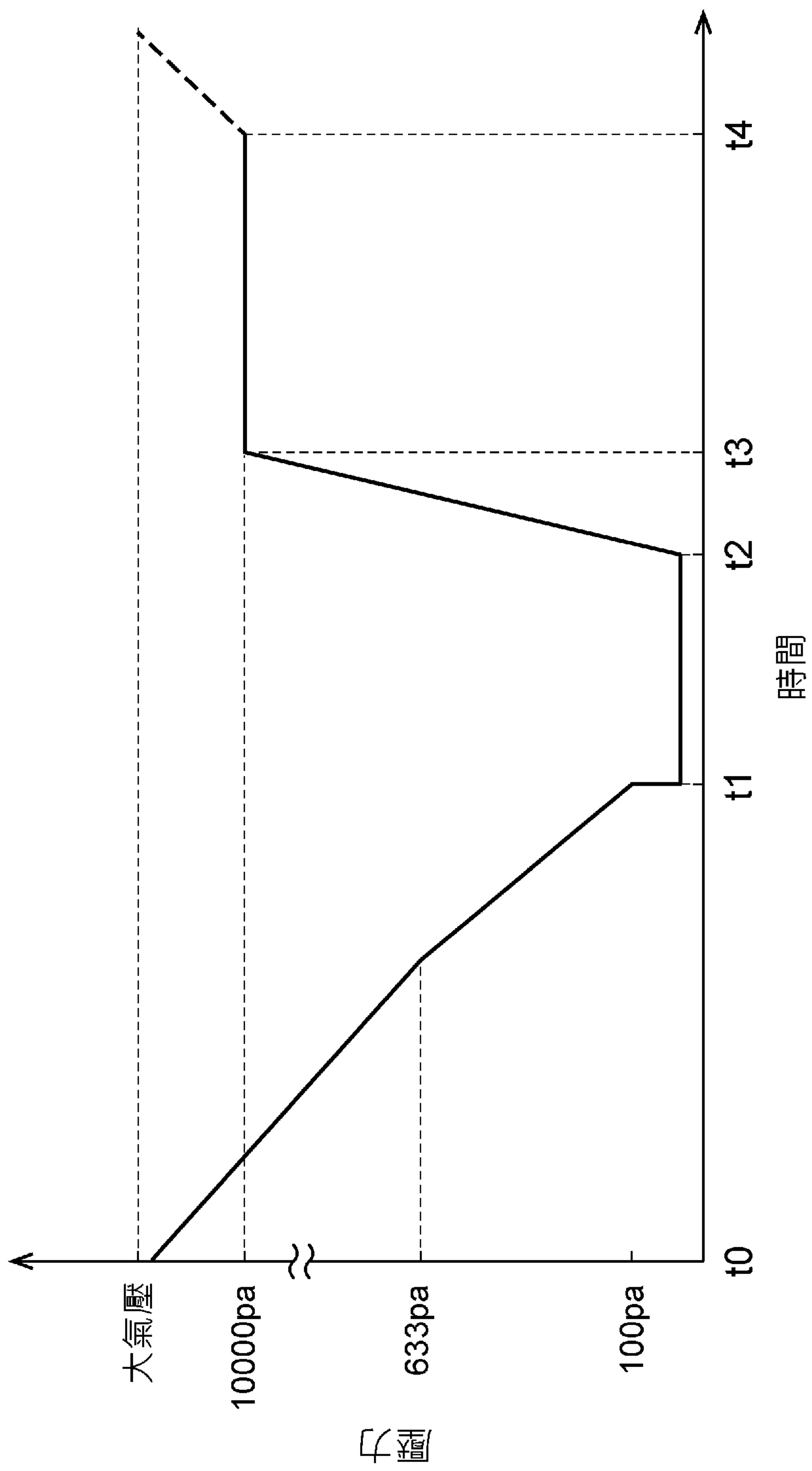


圖 6

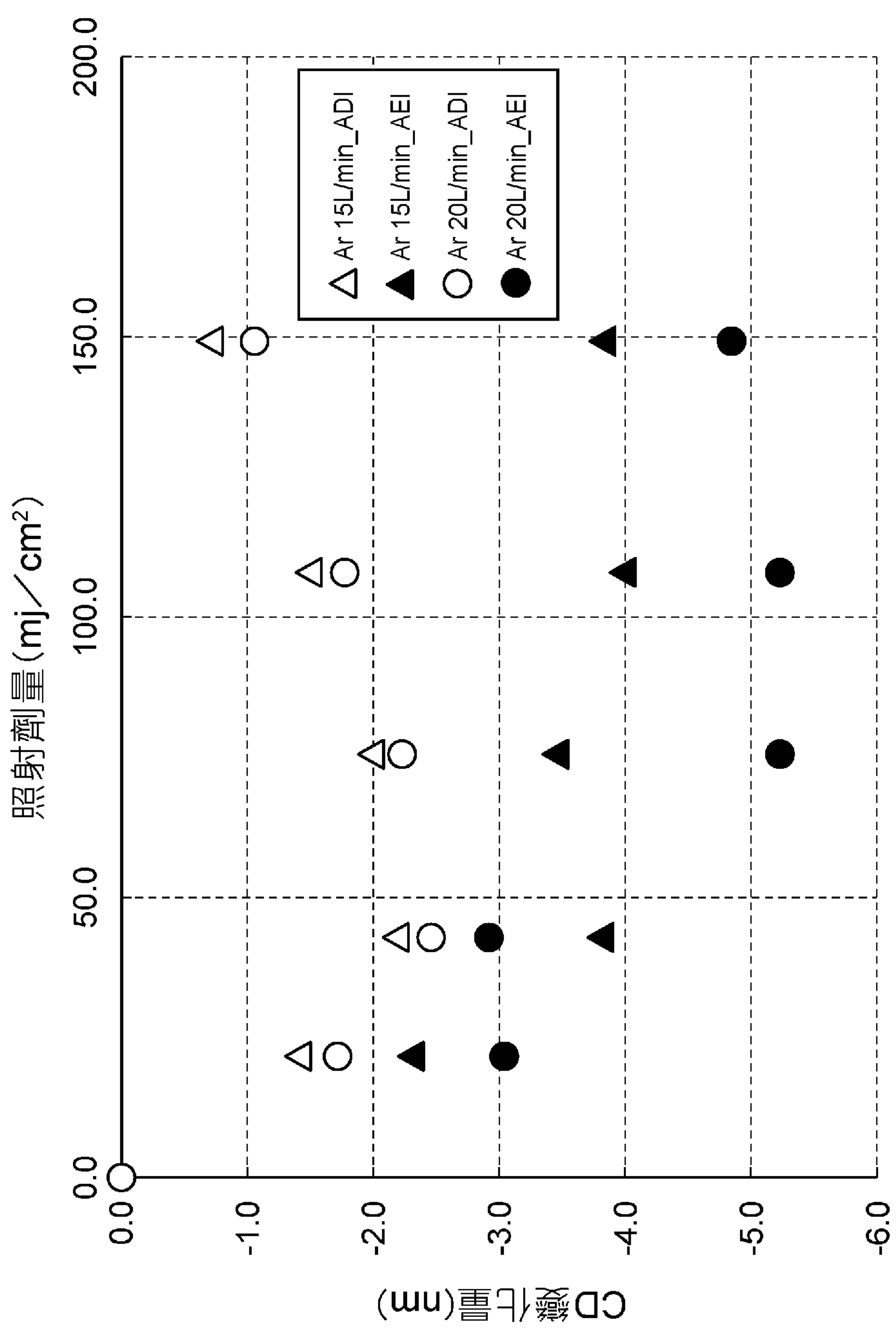


圖 7

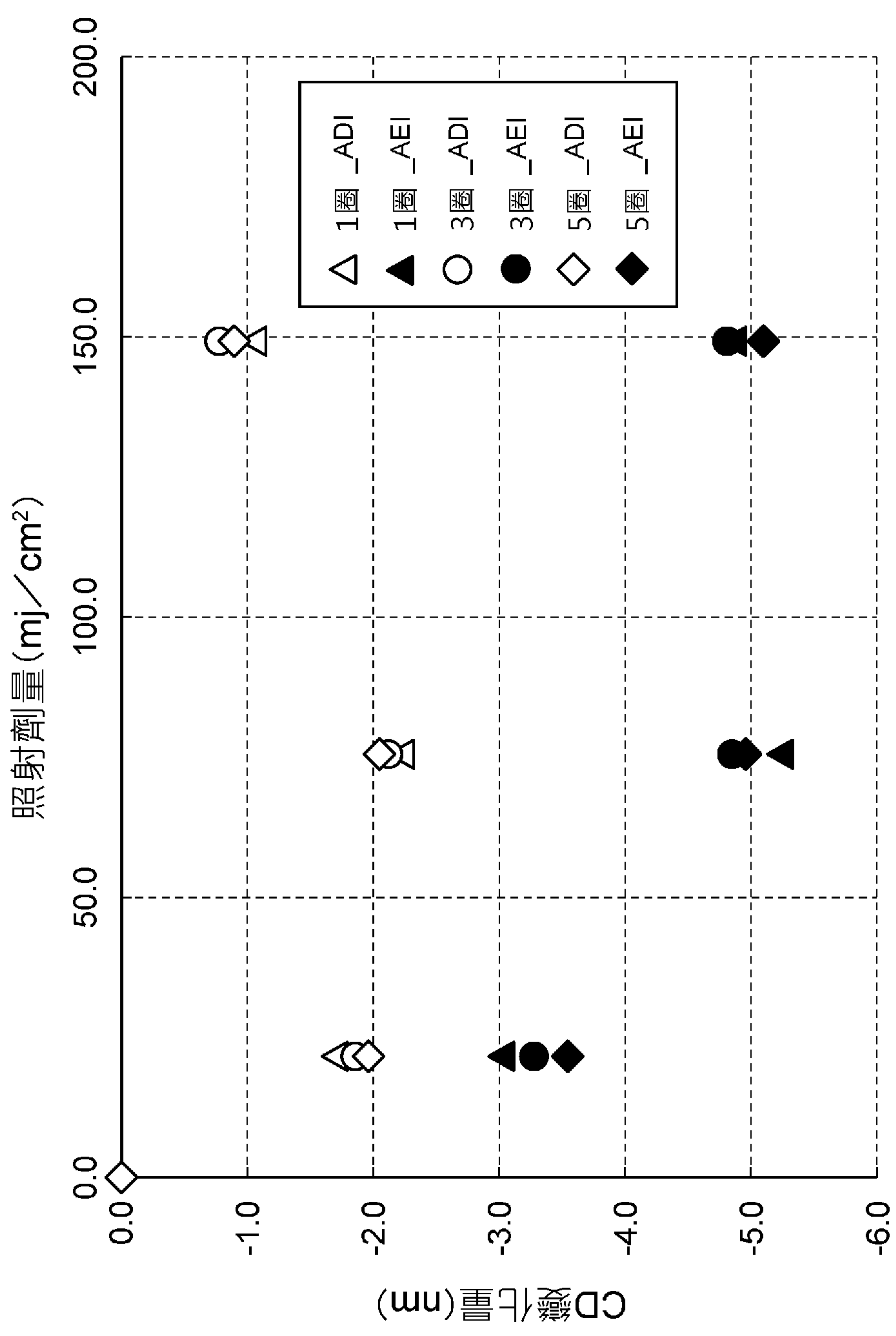


圖 8

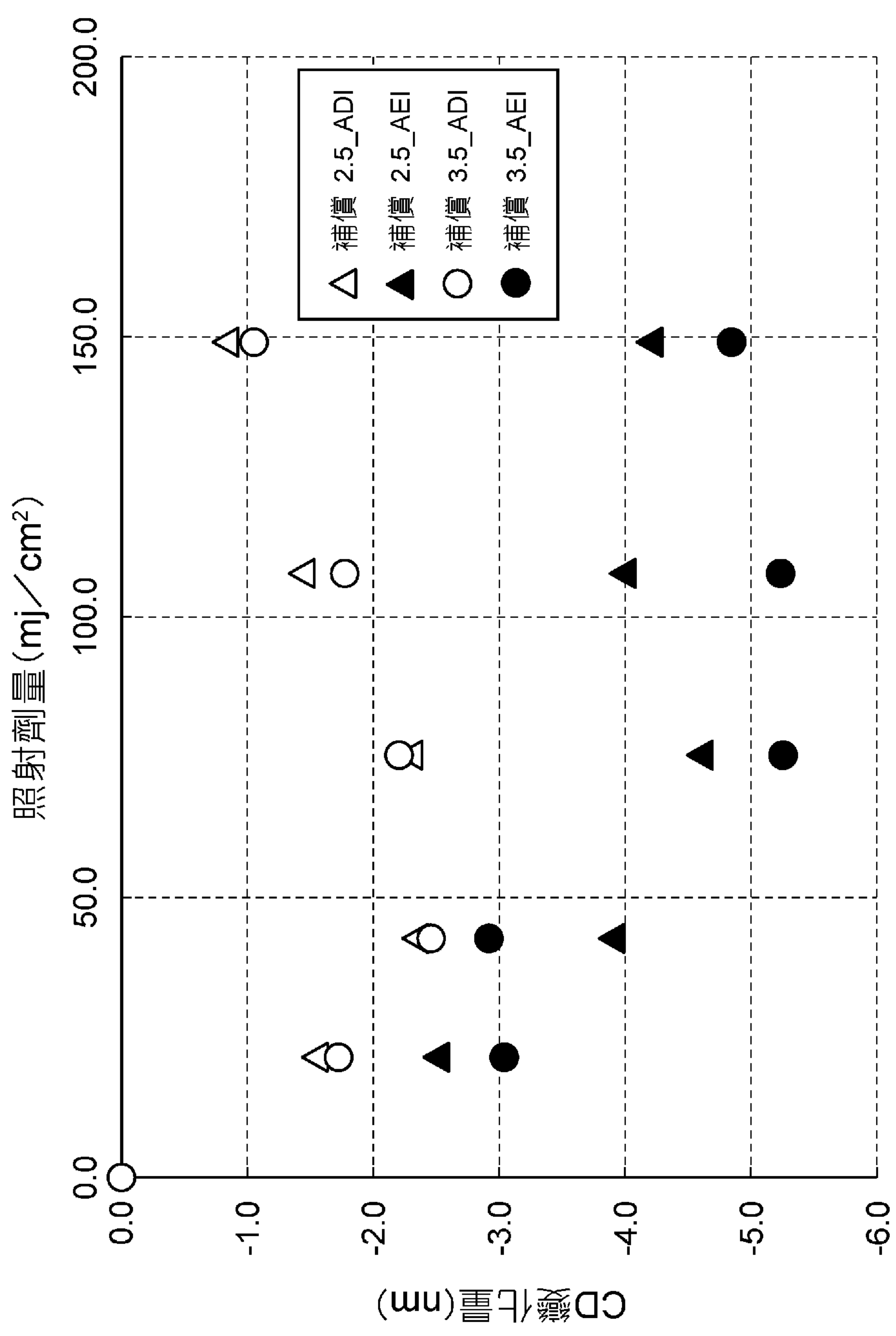


圖 9

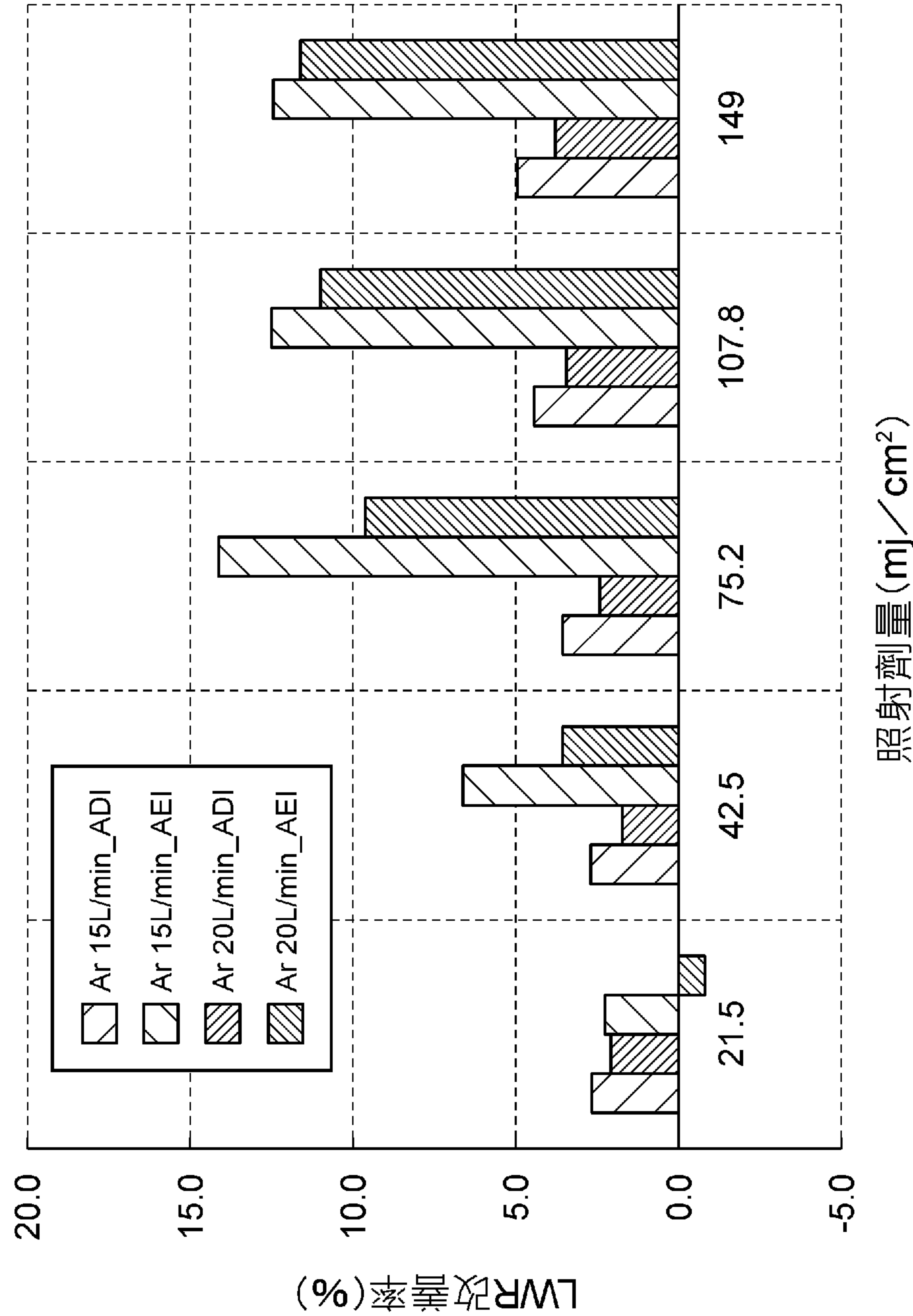


圖 10

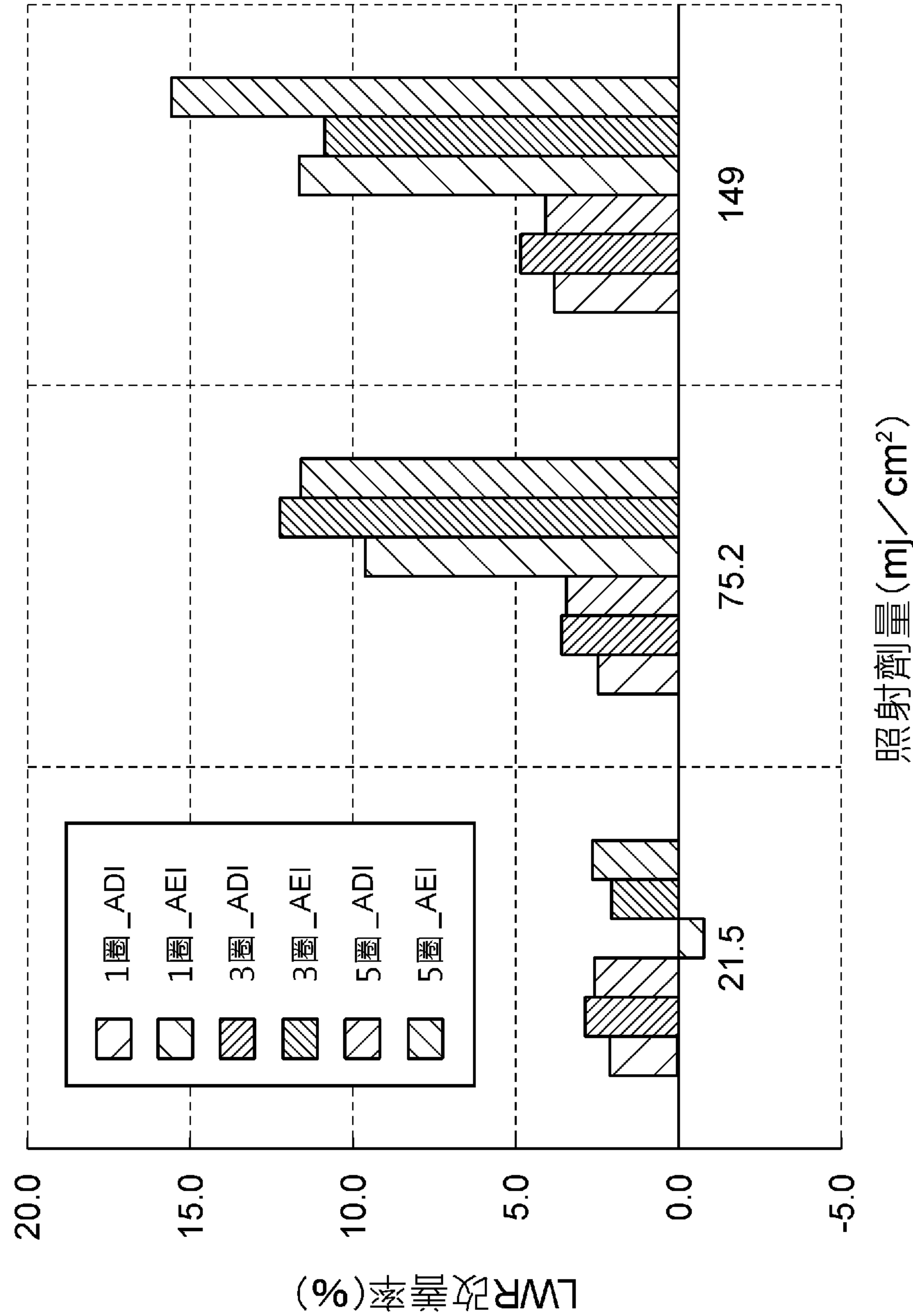


圖 11

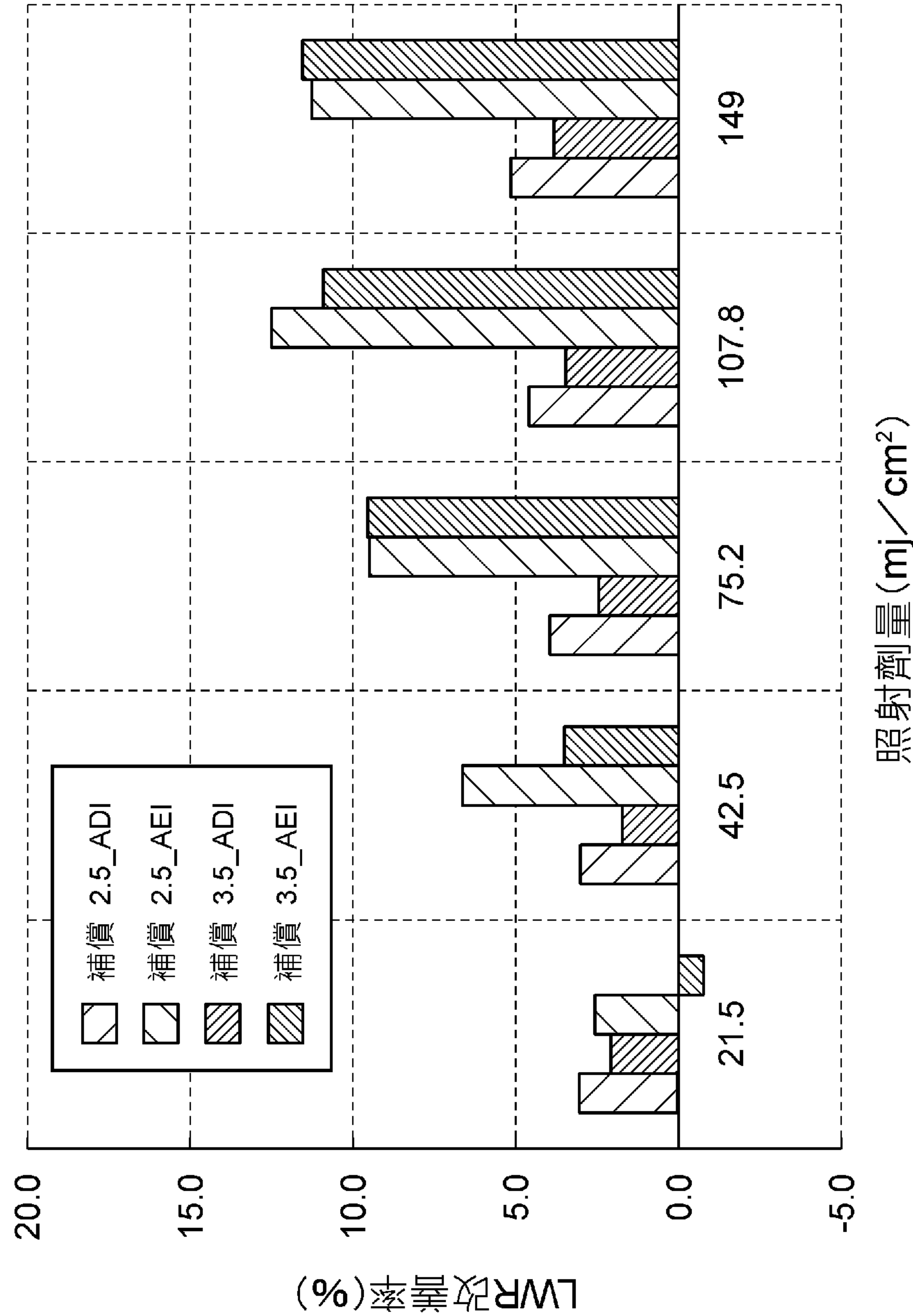


圖 12

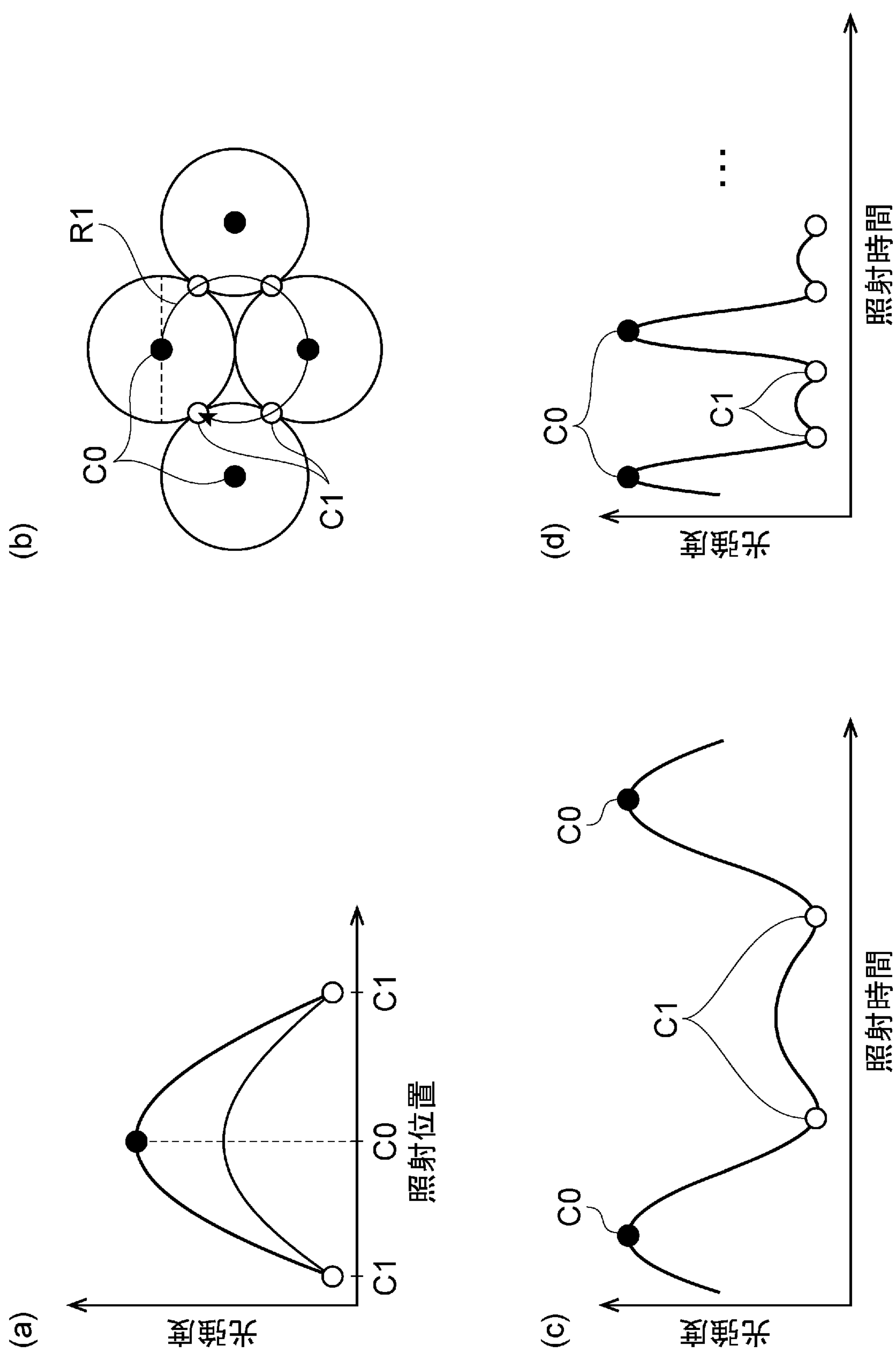


圖 13

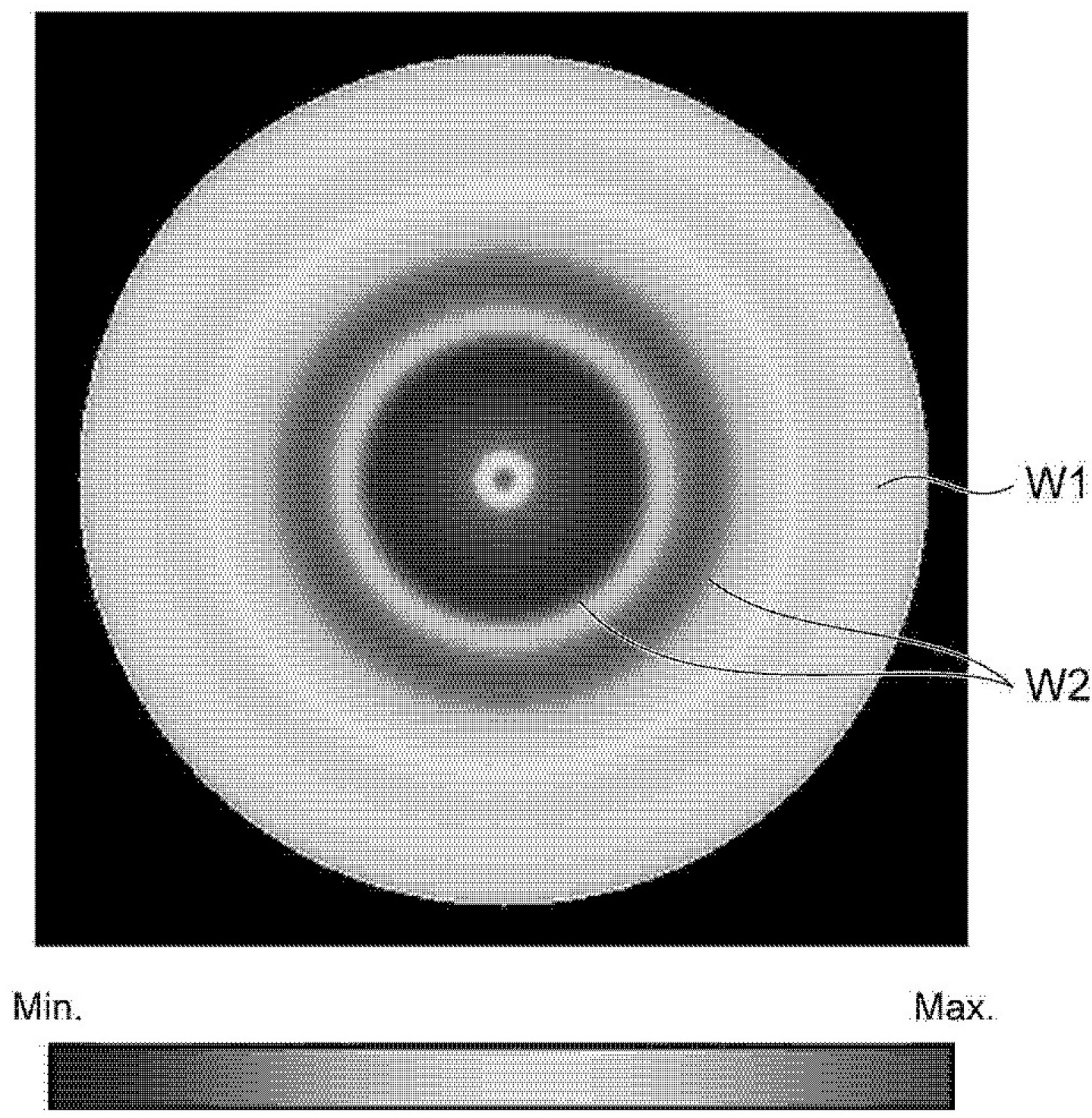


圖 14