(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 004 267 T5** 2024.06.20

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/032450**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 004 267.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/026186**
(86) PCT-Anmeldetag: **30.06.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **09.03.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **20.06.2024**

(51) Int Cl.: ***H01L 21/268*** (2006.01)
***H01L 21/20*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
**2021-143326 02.09.2021 JP**

(71) Anmelder:
**Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd., Osaka, JP**

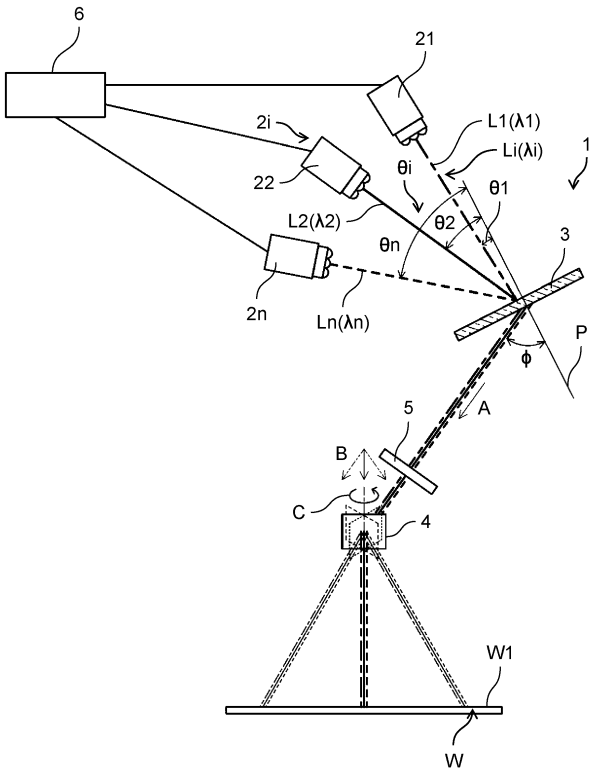
(74) Vertreter:
**Eisenführ Speiser Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbB, 28217 Bremen, DE**

(72) Erfinder:
**Hishida, Mitsuoki, Fukuoka, JP; Suzuki, Hiroaki, Fukuoka, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Laserglühvorrichtung und Laserglühverfahren**

(57) Zusammenfassung: Eine Laserglühvorrichtung (1) bestrahlt einen amorphen Siliziumfilm (W1) mit einem Laserstrahl (Li), um einen Glühvorgang durchzuführen. Die Laserglühvorrichtung umfasst: eine Vielzahl von Laseroszillatoren (2i), die Laserstrahlen mit zueinander unterschiedlichen Wellenlängen (λi) emittieren; ein Beugungsgitter (3), das die von den Laseroszillatoren emittierten Laserstrahlen beugt; und ein Steuergerät (6), das den Zustand der Emission der Laserstrahlen durch die Laseroszillatoren ein- und ausschaltet. Die Laseroszillatoren sind an zueinander unterschiedlichen Positionen angeordnet, und die von den Laseroszillatoren emittierten Laserstrahlen werden durch das Beugungsgitter auf eine identische optische Achse (A) gebeugt. Das Steuergerät kann mindestens einen oder mehrere der Laseroszillatoren zum Einschalten der Emission der Laserstrahlen aus der Vielzahl der Laseroszillatoren nach Maßgabe einer beliebigen Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms auswählen.



## Beschreibung

### TECHNISCHES FELD

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Laserglühvorrichtung und ein Laserglühverfahren.

### HINTERGRUND

**[0002]** Eine Laserglühvorrichtung bildet einen Polysiliziumfilm durch Bestrahlung eines amorphen Siliziumfilms mit einem Laserstrahl und Durchführung eines Glühvorgangs. Eine in PTL 1 offengelegte Laserglühvorrichtung umfasst beispielsweise eine Laserlichtquelle, die ausgestaltet ist, eine Vielzahl von Lichtemissionspunkten zu erzeugen, an denen ein GaNbasiertes Halbleiterlaserelement einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 350 nm bis 450 nm emittiert, ein räumliches Lichtmodulationselement, in dem eine große Anzahl von Pixelabschnitten, deren Lichtmodulationszustände sich nach Maßgabe von Steuersignalen ändern, auf einem Substrat angeordnet sind und das den von der Laserlichtquelle emittierten Laserstrahl moduliert, und einen Scanner, der eine Glühoberfläche mit dem in jedem Pixelabschnitt modulierten Laserstrahl abtastet.

**[0003]** Die Laserlichtquelle umfasst eine Vielzahl von GaN-basierten Halbleiterlaserelementen, eine Kondensorlinse als optisches Kondensorsystem, das die von der Vielzahl der GaN-basierten Halbleiterlaserelemente emittierten Laserstrahlen kondensiert und die kondensierten Strahlen in ein Einfallende einer optischen Faser koppelt, sowie eine optische Faser. Wie oben beschrieben, werden die von der Vielzahl der GaN-basierten Halbleiterlaserelemente emittierten Laserstrahlen durch die Kondensorlinse räumlich synthetisiert.

**[0004]** Darüber hinaus wird in NPL 1 beschrieben, dass durch die Bestrahlung eines amorphen Siliziumfilms mit einem Laserstrahl einer blauen Laserdiode mit einer Wellenlänge von 445 nm ein hochwertiger Polysiliziumfilm mit einer feinen Korngröße gebildet werden kann, die für die Gleichmäßigkeit vorteilhaft ist, verglichen mit einem XeCl-Excimerlaser mit einer Wellenlänge von 308 nm. Darüber hinaus wird beschrieben, dass die Absorption des Laserstrahls umso schwieriger ist, je länger die Wellenlänge ist, und somit die Eindringtiefe des Laserstrahls in den amorphe Siliziumfilm zunimmt.

### Zitierliste

### Patentliteratur

**[0005]** PTL 1: Ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung Nr. 2004-064066 NPL 1: Yi Chen, „Research on Junction Formation Using Laser Annealing for Highperformance Si Power MOS FETs“, Dissertation der University of the Ryukyus, September 2016, S. 32 und 33

### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

### Technisches Problem

**[0006]** Im Übrigen kann bei der Bestrahlung des amorphen Siliziumfilms mit dem Laserstrahl und der Durchführung des Glühvorgangs die Qualität des gebildeten Polysiliziumfilms variieren, selbst wenn der amorphe Siliziumfilm unter denselben Bedingungen bestrahlt wird, d. h. mit dem Laserstrahl mit derselben Wellenlänge für dieselbe Zeit.

**[0007]** Daher haben die Erfinder die Wellenlänge des Laserstrahls nach Maßgabe der Kristallkorngröße oder der Kristallinität des amorphen Siliziumfilms geändert. Dadurch ist es möglich, den Absorptionskoeffizienten, die Eindringtiefe und dergleichen des Laserstrahls in Bezug auf den amorphen Siliziumfilm angemessen einzustellen, was bei der gleichmäßigen Steuerung der Qualität des Polysiliziumfilms von Vorteil ist.

**[0008]** Wenn jedoch die oben beschriebene Konfiguration, bei der die Wellenlänge des Laserstrahls nach Maßgabe der Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms geändert wird, durch die räumliche Synthese wie in PTL 1, gibt es ein physikalisches Problem, dass die Bestrahlungsposition und die Reichweite des Laserstrahls in Bezug auf den amorphen Siliziumfilm geändert werden, weil die Laserstrahlen von einer Vielzahl von Laserlichtquellen, die in zueinander unterschiedlichen Positionen angeordnet sind, kondensiert werden, oder die Bestrahlungsposition und die Reichweite des Laserstrahls aufgrund des Einflusses optischer Eigenschaften wie dem Auftreten einer Strahlablenkungswinkeldifferenz geändert werden, wenn die Wellenlänge der Lichtquelle geändert wird.

**[0009]** Die vorliegende Offenbarung wurde im Hinblick auf einen solchen Punkt gemacht, und ein Ziel der vorliegenden Offenbarung ist es, die Qualität eines zu bildenden Polysiliziumfilms gleichmäßig zu steuern, während eine Änderung der Bestrahlungsposition und -reichweite eines Laserstrahls in Bezug auf einen amorphen Siliziumfilm für jede Wellenlänge unterdrückt wird.

### Lösung des Problems

**[0010]** Eine Laserglühvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung ist eine Laserglühvorrichtung, die einen amorphen Siliziumfilm mit einem Laserstrahl bestrahlt, um einen Glühvorgang durchzuführen. Die Laserglühvorrichtung umfasst: eine Vielzahl

von Laserlichtquellen, die Laserstrahlen mit zueinander unterschiedlichen Wellenlägen emittieren; ein Beugungsgitter, das die von den Laserlichtquellen ausgesendeten Laserstrahlen beugt; und ein Steuergerät, das den Zustand der Emission der Laserstrahlen durch die Laserlichtquellen ein- und ausschaltet. Die Laserlichtquellen sind an zueinander unterschiedlichen Positionen angeordnet und die von den Laserlichtquellen ausgesendeten Laserstrahlen werden durch das Beugungsgitter auf eine identische optische Achse gebeugt. Das Steuergerät kann mindestens eine oder mehrere der Laserlichtquellen zum Einschalten der Emission der Laserstrahlen aus der Vielzahl der Laserlichtquellen nach Maßgabe einer beliebigen Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms auswählen.

**[0011]** Ein Laserglühverfahren gemäß der vorliegenden Offenbarung ist ein Laserglühverfahren zur Bestrahlung eines amorphen Siliziumfilms mit einem Laserstrahl, um einen Glühvorgang durchzuführen. Eine Vielzahl von Laserlichtquellen, die Laserstrahlen mit zueinander unterschiedlichen Wellenlängen emittieren, sind an zueinander unterschiedlichen Positionen angeordnet, und die Laserstrahlen werden durch ein Beugungsgitter auf eine identische optische Achse gebeugt. Mindestens eine oder mehrere der Laserlichtquellen zum Einschalten der Emission der Laserstrahlen werden aus der Vielzahl der Laserlichtquellen nach Maßgabe der Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms ausgewählt.

## Vorteilhafte Wirkung der Erfindung

**[0012]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist es möglich, die Qualität des zu bildenden Polysiliziumfilms gleichmäßig zu steuern, während eine Änderung der Bestrahlungsposition und -reichweite des Laserstrahls in Bezug auf den amorphen Siliziumfilm für jede Wellenlänge unterdrückt wird.

## KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig.** 1 ist ein Diagramm, das eine Laserglühvorrichtung durch Wellenlängenstrahlkombination gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform zeigt.

**Fig.** 2 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Wellenlänge eines Laserstrahls und dem Absorptionskoeffizienten in einem amorphen Siliziumfilm zeigt.

**Fig.** 3 zeigt eine Laserglühvorrichtung mit räumlicher Synthese nach einem herkömmlichen Beispiel.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORM

**[0013]** Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Detail beschrieben. Die folgende Beschreibung von bevorzugten beispielhaften Ausführungsformen ist lediglich illustrativ und soll die vorliegende Offenbarung, ihre Anwendungen oder Verwendungen in keiner Weise einschränken.

### (Laserglühvorrichtung)

**[0014]** **Fig.** 1 zeigt die Laserglühvorrichtung 1. Die Laserglühvorrichtung 1 arbeitet mit Wellenlängenstrahlkombination (wavelength beam combiningWBC). Die Laserglühvorrichtung 1 bildet einen Polysiliziumfilm (kristallisierter Film) durch Bestrahlung eines amorphen Siliziumfilms W1, der auf einer Oberfläche eines Substrats W abgeschieden ist, mit einem Laserstrahl und Durchführung eines Glühvorgangs. Der amorphe Siliziumfilm W1 wird als Vorläuferfilm gebildet.

**[0015]** Wie in **Fig.** 1 gezeigt, umfasst die Laserglühvorrichtung 1 eine Vielzahl von (n) Laseroszillatoren (Laserlichtquellen) 2i (i = 1, 2, ... n), ein Transmissionsbeugungsgitter 3, einen Galvanometerspiegel 4, einen Koppler 5 und ein Steuergerät 6. Die Anzahl n der Laseroszillatoren 2i beträgt z. B. 12.

**[0016]** Jeder der Laseroszillatoren 2i emittiert einen Laserstrahl Li (i = 1, 2, ... n) mit einer voneinander verschiedenen Wellenlänge λi (i = 1, 2, ... n) in Richtung Beugungsgitter 3 unter einem Einfallswinkel θi (i = 1, 2, ... n). Der Einfallswinkel θi ist ein Winkel, der durch einfallendes Licht von jedem der Laseroszillatoren 2i und der Normalen P des Beugungsgitters 3 gebildet wird.

**[0017]** In **Fig.** 1 sind der Einfachheit halber nur der erste Laseroszillator 21, der zweite Laseroszillator 22 und der n-te Laseroszillator 2n dargestellt.

**[0018]** Der erste Laseroszillator 21 emittiert einen Laserstrahl L1 mit der Wellenlänge λ1 in Richtung des Beugungsgitters 3 unter dem Einfallswinkel θ1. Der zweite Laseroszillator 22 emittiert einen Laserstrahl L2 mit der Wellenlänge λ2 in Richtung des Beugungsgitters 3 unter dem Einfallswinkel Θ2. Der n-te Laseroszillator 2n sendet einen Laserstrahl Ln mit der Wellenlänge λn in Richtung des Beugungsgitters 3 unter dem Einfallswinkel θn.

**[0019]** Die Vielzahl von Laseroszillatoren 2i umfassen einen Laseroszillator 2i, der einen Laserstrahl Li in einem blauen Bereich emittiert, insbesondere mit einer Wellenlänge λi zwischen 435 nm und 460 nm (einschließlich). In der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform liegen die Wellenlängen λí aller

Laseroszillatoren 2i im Bereich von 435 nm bis einschließlich 460 nm. Die Wellenlänge λ1 des ersten Laseroszillators 21 ist mit 435 nm die kürzeste. Die Wellenlänge λn des n-ten Laseroszillators 2n ist mit 460 nm die längste. N Laseroszillatoren 2i teilen einen Wellenlängenbereich von 435 nm bis 460 nm in n auf.

**[0020]** **Fig.** 2 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Wellenlänge λí [nm] des Laserstrahls Li und dem Absorptionskoeffizienten αi [$cm^{-1}$] in dem amorphen Siliziumfilm W1 zeigt. Wie in **Fig.** 2 gezeigt, nimmt der Absorptionskoeffizient αi [$cm^{-1}$] mit zunehmender Wellenlänge λí [nm] ab.

**[0021]** Wie in **Fig.** 1 gezeigt, überträgt und beugt das Beugungsgitter 3 jeden Laserstrahl Li, der von jedem Laseroszillator 2i ausgesendet wird. Hier sind die Laseroszillatoren 2i an zueinander unterschiedlichen Positionen angeordnet, so dass die emittierten Laserstrahlen Li durch das Beugungsgitter 3 auf die gleiche optische Achse A transmittiert und gebeugt werden (Transmittierung und Beugung unter dem gleichen Beugungswinkel φ).

**[0022]** Der Beugungswinkel φ ist ein Winkel, der durch das am Beugungsgitter 3 gebeugte Licht und die Normale P des Beugungsgitters 3 gebildet wird. Der Beugungswinkel φ ist so eingestellt, dass die optische Achse A die Oberfläche des Substrats W schräg schneidet.

**[0023]** Eine in **Fig.** 1 gezeigte Beziehung zwischen der Periode (Öffnungsabstand, nicht gezeigt) d des Transmissionsbeugungsgitters 3, der Wellenlänge λi, dem Einfallswinkel θi und dem Beugungswinkel φ ist wie folgt: $d(\sin\theta i - \sin\varphi) = m\lambda i$ (m ist eine ganze Zahl außer Null).

**[0024]** Der Galvanometerspiegel 4 ist zwischen dem amorphen Siliziumfilm W1 (Substrat W) und dem Beugungsgitter 3 angeordnet. Der Galvanometerspiegel 4 bestrahlt den amorphen Siliziumfilm W1 (Substrat W) mit dem Laserstrahl Li, der durch das Beugungsgitter 3 gebeugt wird und sich auf der optischen Achse A in Bestrahlungsrichtung B bewegt.

**[0025]** Die Neigung des Galvanometerspiegels 4 kann durch einen Aktuator (nicht gezeigt) verändert werden, der einen Motor, ein piezoelektrisches Element oder ähnliches enthält (siehe C in **Fig.** 1).

**[0026]** Die Bestrahlungsrichtung B des Laserstrahls Li durch den Galvanometerspiegel 4 ändert sich entsprechend der Neigungsänderung des Galvanometerspiegels 4.

**[0027]** Der Koppler 5 ist zwischen dem Beugungsgitter 3 und dem Galvanometerspiegel 4 angeordnet. Ein Teil (mehrere Prozent) des vom Laseroszillator 2i emittierten und vom Beugungsgitter 3 gebeugten Laserstrahls Li wird vom Koppler 5 zum Laseroszillator 2i zurückgeführt. Dann wechselt der Teil des Laserstrahls Li viele Male zwischen dem Laseroszillator 2i und dem Koppler 5 hin und her, wodurch der vom Laseroszillator 2i emittierte Laserstrahl Li extern in Resonanz gebracht wird. Infolgedessen wird die Energie des Laserstrahls Li verstärkt.

**[0028]** Jeder der Laseroszillatoren 2i ist mit dem Steuergerät 6 verbunden. Das Steuergerät 6 umfasst beispielsweise einen Mikrocomputer und ein Programm. Das Steuergerät 6 schaltet den Zustand der Emission des Laserstrahls Li durch jeden der Laseroszillatoren 2i ein und aus.

**[0029]** Hier wird in einem Überwachungsschritt vor einem Laserglühschritt die Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms W1 gemessen. Die Kristallkorngröße wird mit verschiedenen bekannten Methoden gemessen. Zum Beispiel wird die Kristallkorngröße mit einem Rasterelektronenmikroskop (scanning electron microscope SEM) beobachtet, nachdem eine Kristallkorngrenze des amorphen Siliziumfilms W1 durch einen Secco-Ätzvorgang aktualisiert wurde. Neben dem Verfahren zur Messung der Kristallkorngröße durch das Secco-Ätzverfahren gibt es auch ein Verfahren zur Bewertung der Kristallinität durch Röntgenbeugung, Raman-Spektroskopie, spektroskopische Ellipsometrie, elektrische Leitfähigkeit oder dergleichen.

**[0030]** Das Steuergerät 6 kann optional mindestens einen oder mehrere Laseroszillatoren 2i zum Einschalten der Emission von Laserstrahlen Li aus der Vielzahl von Laseroszillatoren 2i nach Maßgabe einer beliebigen Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms W1 auswählen. Mit anderen Worten kann das Steuergerät 6 optional die Wellenlänge λi des Laserstrahls Li, mit dem der amorphe Siliziumfilm W1 bestrahlt wird, aus dem Wellenlängenbereich von 435 nm bis einschließlich 460 nm auswählen.

**[0031]** In diesem Fall kann der Benutzer, obwohl der amorphe Siliziumfilm W1 eine Vielzahl von Kristallkörnern enthält, optional (frei) ein Kristallkorn aus der Vielzahl der Kristallkörner auswählen, das für die Bestimmung der Wellenlängenauswahl verwendet wird. Als Größe eines Kristallkorns können zum Beispiel ein Durchmesser (Kristallkorngröße) und eine Oberfläche des Kristallkorns angemessen gewählt werden.

**[0032]** Im Beispiel von **Fig.** 1 kann das Steuergerät 6 nur die Emission des Laserstrahls L1 durch den ersten Laseroszillator 21 einschalten und die Emission der Laserstrahlen L2, Ln durch den zweiten Laseroszillator 22 und den n-ten Laseroszillator 2n ausschalten. Das heißt, das Steuergerät 6 kann nur die Wellenlänge λi auswählen und nicht die Wellen-

länge λ2 oder die Wellenlänge λn aus dem Wellenlängenbereich von 435 nm bis einschließlich 460 nm.

**[0033]** Ferner kann das Steuergerät 6 die Emission der Laserstrahlen L1, L2 durch den ersten Laseroszillator 21 und den zweiten Laseroszillator 22 einschalten und die Emission des Laserstrahls Ln durch den n-ten Laseroszillator 2n ausschalten. Das heißt, das Steuergerät 6 kann die Wellenlänge λ1 und die Wellenlänge λ2 auswählen und die Wellenlänge λn nicht aus dem Wellenlängenbereich von 435 nm bis einschließlich 460 nm auswählen.

**[0034]** Ferner kann das Steuergerät 6 die Emission der Laserstrahlen L1, L2, ... Ln durch alle Laseroszillatoren 21, 22, ... 2n anschalten. Das heißt, das Steuergerät 6 kann alle Wellenlängen λ1, λ2, ... λn aus dem Wellenlängenbereich von 435 nm bis einschließlich 460 nm auswählen.

**[0035]** Das Steuergerät 6 kann eine andere als die oben beschriebene Kombination von Wellenlängen λí wählen.

(Funktionsweise und Wirkung)

**[0036]** Gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform können durch geeignete Auswahl der Wellenlänge λi des Laserstrahls Li, mit dem der amorphe Siliziumfilm W1 bestrahlt wird, nach Maßgabe der Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms W1 der Absorptionskoeffizient ui, die Eindringtiefe und dergleichen des Laserstrahls Li in den amorphen Siliziumfilm W1 angemessen eingestellt werden. Dies ist vorteilhaft, um die Qualität des zu bildenden Polysiliziumfilms gleichmäßig zu steuern.

**[0037]** In **Fig.** 3 ist die Laserglühvorrichtung 100 gemäß einem herkömmlichen Beispiel gezeigt. Die Laserglühvorrichtung 100 gemäß dem konventionellen Beispiel enthält eine Kondensorlinse 103 anstelle des Beugungsgitters 3. Die von den Laseroszillatoren 2i emittierten Laserstrahlen Li werden durch die Kondensorlinse 103 kondensiert (räumlich synthetisiert) und dann durch den Galvanometerspiegel 4 auf den amorphen Siliziumfilm W1 emittiert. Andere Konfigurationen ähneln denen der Laserglühvorrichtung 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform.

**[0038]** In der Laserglühvorrichtung 100 gemäß dem herkömmlichen Beispiel werden, da eine Anordnungsposition und die Wellenlänge λi jedes Laseroszillators 2i voneinander verschieden sind, der Laserstrahl Li, der durch die Kondensorlinse 103 kondensiert (räumlich synthetisiert) und durch den Galvanometerspiegel 4 emittiert wird, zu einer Position emittiert, die für jede Wellenlänge λí des amorphen Siliziumfilms W1 unterschiedlich ist, wie in **Fig.** 3 gezeigt.

**[0039]** Andererseits wird in der Laserglühvorrichtung 1 gemäß der vorliegenden beispielhaften Ausführungsform, wie in **Fig.** 1 gezeigt, der Laserstrahl Li, der durch das Beugungsgitter 3 gebeugt und durch den Galvanometerspiegel 4 emittiert wird, unabhängig von der Wellenlänge λi auf eine identische Position und einen identischen Bereich des amorphen Siliziumfilms W1 emittiert.

**[0040]** Wie oben beschrieben, ist es möglich, die Qualität des herzustellenden Polysiliziumfilms gleichmäßig zu steuern und dabei eine Änderung der Bestrahlungsposition und der Reichweite des Laserstrahls Li in Bezug auf den amorphen Siliziumfilm W1 für jede Wellenlänge λi zu unterdrücken.

**[0041]** Insbesondere durch die Auswahl der Wellenlänge λí aus dem blauen Bereich, insbesondere dem Wellenlängenbereich von 435 nm bis einschließlich 460 nm, kann der amorphe Siliziumfilm W1 mit einem Laserstrahl Li bestrahlt werden, der einen kleinen Absorptionskoeffizienten αi aufweist, wie in **Fig.** 2 gezeigt. Durch eine gewisse Verringerung des Absorptionskoeffizienten αi kann die Eindringtiefe des Laserstrahls Li in den amorphen Siliziumfilm W1 erhöht werden. Dadurch lässt sich die Qualität des zu bildenden Polysiliziumfilms leichter steuern als bei einem Bereich mit niedriger Wellenlänge (z. B. einem XeCl-Excimerlaser mit 308 nm).

**[0042]** Durch Änderung der Neigung des Galvanometerspiegels 4 kann ein breiter Bereich des amorphen Siliziumfilms W1 leicht mit dem Laserstrahl Li bestrahlt werden.

(Andere beispielhafte Ausführungsformen)

**[0043]** Obwohl die vorliegende Offenbarung oben mit der geeigneten beispielhaften Ausführungsform beschrieben wurde, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die obige Beschreibung beschränkt, und verschiedene Modifikationen können sicher gemacht werden.

**[0044]** Der Galvanometerspiegel 4 kann weggelassen werden. Zum Beispiel kann eine Zylinderlinse zwischen dem amorphen Siliziumfilm W1 und dem Beugungsgitter 3 vorgesehen sein. Die Zylinderlinse kann den Punktdurchmesser des Laserstrahls Li linear vergrößern. In diesem Fall kann ein Spiegel, der die Laufrichtung des Laserstrahls Li ändert, zwischen der Zylinderlinse und dem Beugungsgitter 3 angeordnet sein.

**[0045]** Darüber hinaus kann die Laserglühvorrichtung 1 einen Bewegungsmechanismus (nicht gezeigt) enthalten. Der Bewegungsmechanismus bewegt das Substrat W (verändert die Position), auf dessen Oberfläche der amorphe Siliziumfilm W1 abgeschieden wird. Der Bewegungsmechanismus

ist zum Beispiel ein beweglicher Tisch, auf dem das Substrat W platziert wird. Durch die Bewegung des Substrats W mit Hilfe des Bewegungsmechanismus kann ein breiter Bereich des amorphen Siliziumfilms W1 auch ohne Galvanometerspiegel 4 mit dem Laserstrahl Li bestrahlt werden.

**[0046]** In der obigen beispielhaften Ausführungsform wird ein Beugungsgitter 3 vom Transmissionstyp verwendet, aber die vorliegende Offenbarung ist nicht darauf beschränkt. Das Beugungsgitter 3 kann ein Reflexionstyp sein.

**[0047]** Obwohl in der obigen beispielhaften Ausführungsform (insbesondere **Fig.** 1) nicht gezeigt, kann eine FAC-Linse, eine Twister-Linse, eine Prismenlinse oder ähnliches zwischen dem Laseroszillator 2i und dem Beugungsgitter 3 oder zwischen dem Beugungsgitter 3 und dem Koppler 5 vorgesehen sein, damit der Laserstrahl Li effizient eintreten kann.

**[0048]** Der Wellenlängenbereich ist nicht auf den Bereich von 435 nm bis einschließlich 460 nm beschränkt. Die untere Grenze kann beispielsweise auf einen Bereich von 420 nm bis einschließlich 460 nm erweitert werden. Darüber hinaus kann der Wellenlängenbereich nicht den blauen Bereich umfassen, sondern z. B. einen ultravioletten Bereich (kleiner oder gleich 400 nm).

**[0049]** Ein Laserglühverfahren gemäß der vorliegenden Offenbarung ist ein Laserglühverfahren, bei dem ein amorpher Siliziumfilm W1 mit einem Laserstrahl Li bestrahlt wird, um einen Glühvorgang durchzuführen. Eine Vielzahl von Laseroszillatoren 2i, die Laserstrahlen Li mit zueinander unterschiedlichen Wellenlängen λí emittieren, sind an zueinander unterschiedlichen Positionen angeordnet, und die Laserstrahlen Li werden durch das Beugungsgitter 3 auf die gleiche optische Achse A gebeugt. Mindestens ein oder mehrere Laseroszillatoren 2i zum Einschalten der Emission von Laserstrahlen Li werden aus der Vielzahl von Laseroszillatoren Li nach Maßgabe einer beliebigen Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms W1 ausgewählt.

## INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

**[0050]** Da die vorliegende Offenbarung auf die Laserglühvorrichtung und das Laserglühverfahren angewendet werden kann, ist die vorliegende Offenbarung äußerst nützlich und hat eine hohe industrielle Anwendbarkeit.

## BEZUGSZEICHEN IN DEN ZEICHNUNGEN

| | |
|---|---|
| A | optische Achse |
| B | Richtung der Strahlung |
| C | Neigung |
| P | normale Linie |
| W | Substrat |
| W1 | amorpher Siliziumfilm |
| λí | Wellenlänge |
| Li | Laser strahl |
| θi | Auftreffwinkel |
| φ | Beugungswinkel |
| 1 | Laserglühvorrichtung |
| 2i | Laseroszillator (Laserlichtquelle) |
| 3 | Beugungsgitter |
| 4 | Galvanometerspiegel |
| 5 | Kuppler |
| 6 | Steuergerät |

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- Yi Chen, „Research on Junction Formation Using Laser Annealing for Highperformance Si Power MOS FETs“, Dissertation der University of the Ryukyus, September 2016, S. 32 und 33 [0005]

## Patentansprüche

1. Laserglühvorrichtung, die einen amorphen Siliziumfilm mit einem Laserstrahl bestrahlt, um einen Glühvorgang durchzuführen, wobei die Laserglühvorrichtung umfasst:
eine Vielzahl von Laserlichtquellen, die Laserstrahlen mit zueinander unterschiedlichen Wellenlängen emittieren;
ein Beugungsgitter, das die von den Laserlichtquellen ausgesendeten Laserstrahlen beugt; und
ein Steuergerät, das den Zustand der Emission der Laserstrahlen durch die Laserlichtquellen ein- und ausschaltet,
wobei die Laserlichtquellen an zueinander unterschiedlichen Positionen angeordnet sind und die von den Laserlichtquellen emittierten Laserstrahlen durch das Beugungsgitter auf eine identische optische Achse gebeugt werden, und
das Steuergerät mindestens eine oder mehrere der Laserlichtquellen zum Einschalten der Emission der Laserstrahlen aus der Vielzahl der Laserlichtquellen nach Maßgabe einer beliebigen Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms auswählt.

2. Laserglühvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl von Laserlichtquellen die Laserlichtquelle umfasst, die den Laserstrahl mit einer Wellenlänge zwischen 420 nm und 460 nm (einschließlich) emittiert, und
das Steuergerät eine Wellenlänge des auf den amorphen Siliziumfilm emittierten Laserstrahls aus einem Wellenlängenbereich von 420 nm bis einschließlich 460 nm auswählt.

3. Laserglühvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, die ferner einen Spiegel umfasst, der zwischen dem amorphen Siliziumfilm und dem Beugungsgitter angeordnet ist, wobei der Spiegel den amorphen Siliziumfilm mit dem Laserstrahl bestrahlt und eine veränderbare Neigung aufweist.

4. Laserglühvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, die ferner einen Bewegungsmechanismus umfasst, der ein Substrat bewegt, auf dem der amorphe Siliziumfilm abgeschieden wird.

5. Laserglühverfahren zur Bestrahlung eines amorphen Siliziumfilms mit einem Laserstrahl, um einen Glühvorgang durchzuführen, wobei das Verfahren umfasst:
Anordnen einer Vielzahl von Laserlichtquellen, die Laserstrahlen mit zueinander unterschiedlichen Wellenlängen emittieren, an zueinander unterschiedlichen Positionen, wobei die Laserstrahlen durch ein Beugungsgitter auf eine identische optische Achse gebeugt werden; und
Auswählen mindestens einer oder mehrerer der Laserlichtquellen zum Einschalten der Emission der Laserstrahlen aus der Vielzahl der Laserlichtquellen nach Maßgabe einer beliebigen Kristallkorngröße des amorphen Siliziumfilms.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

FIG. 1

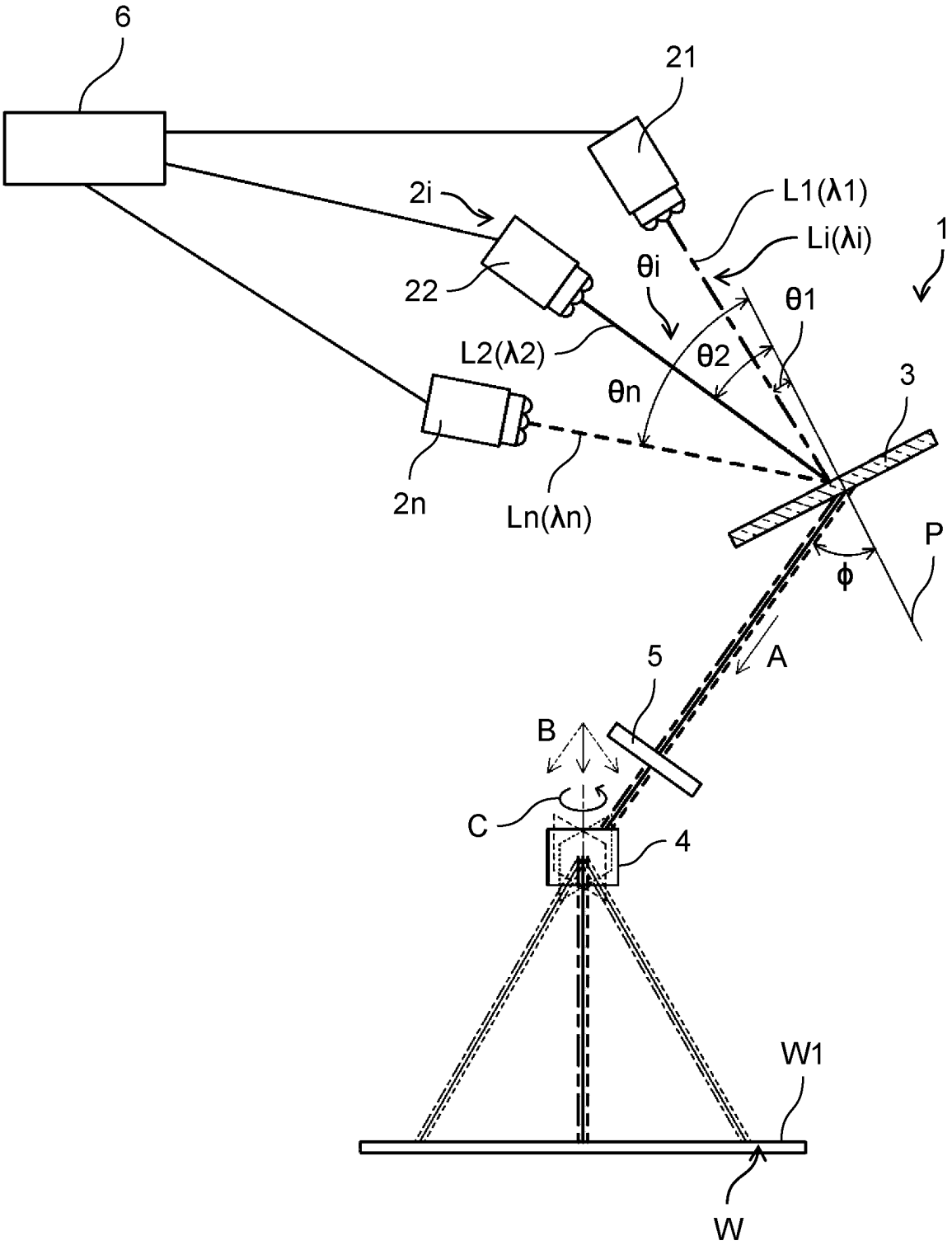


FIG. 2

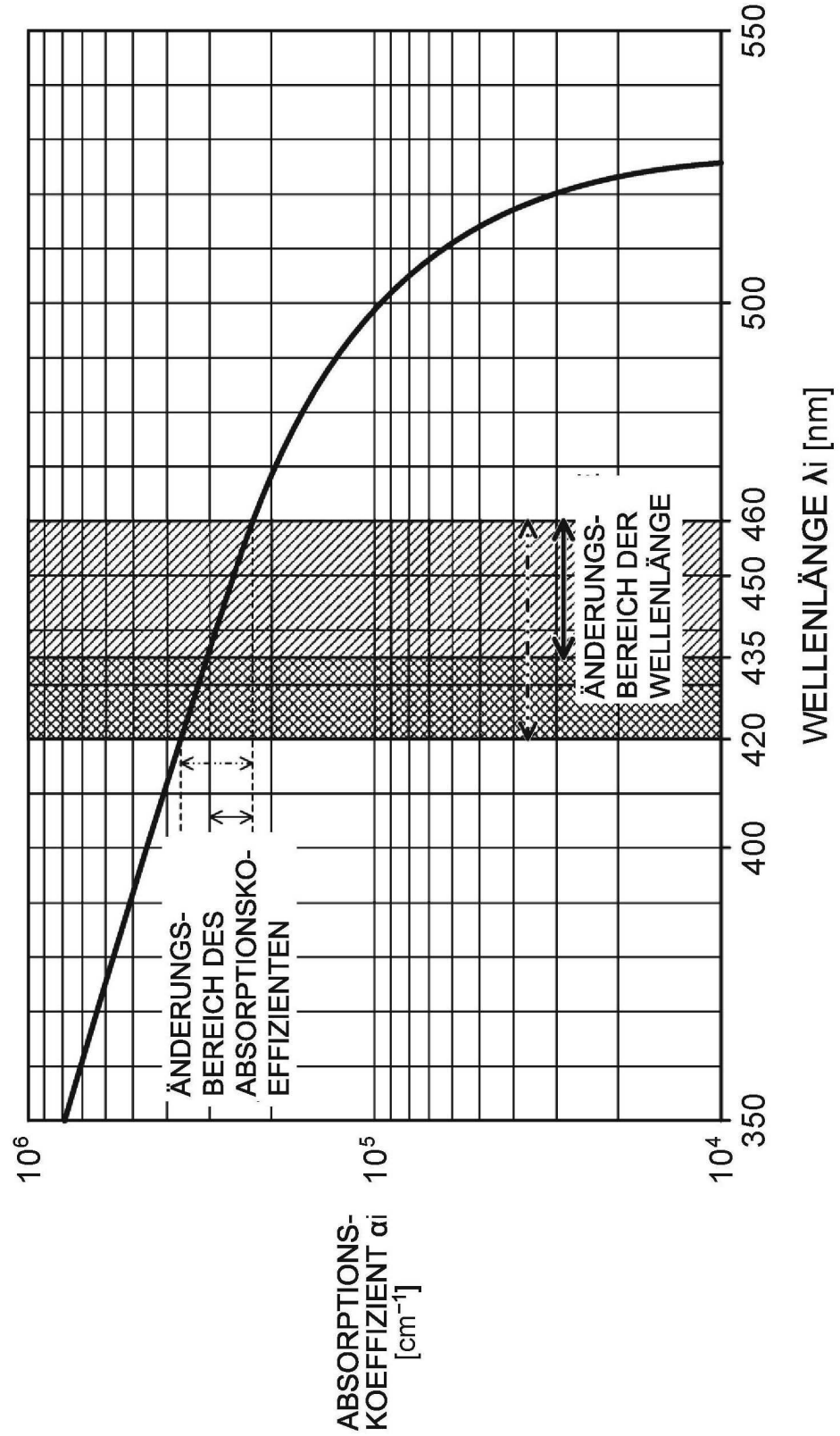
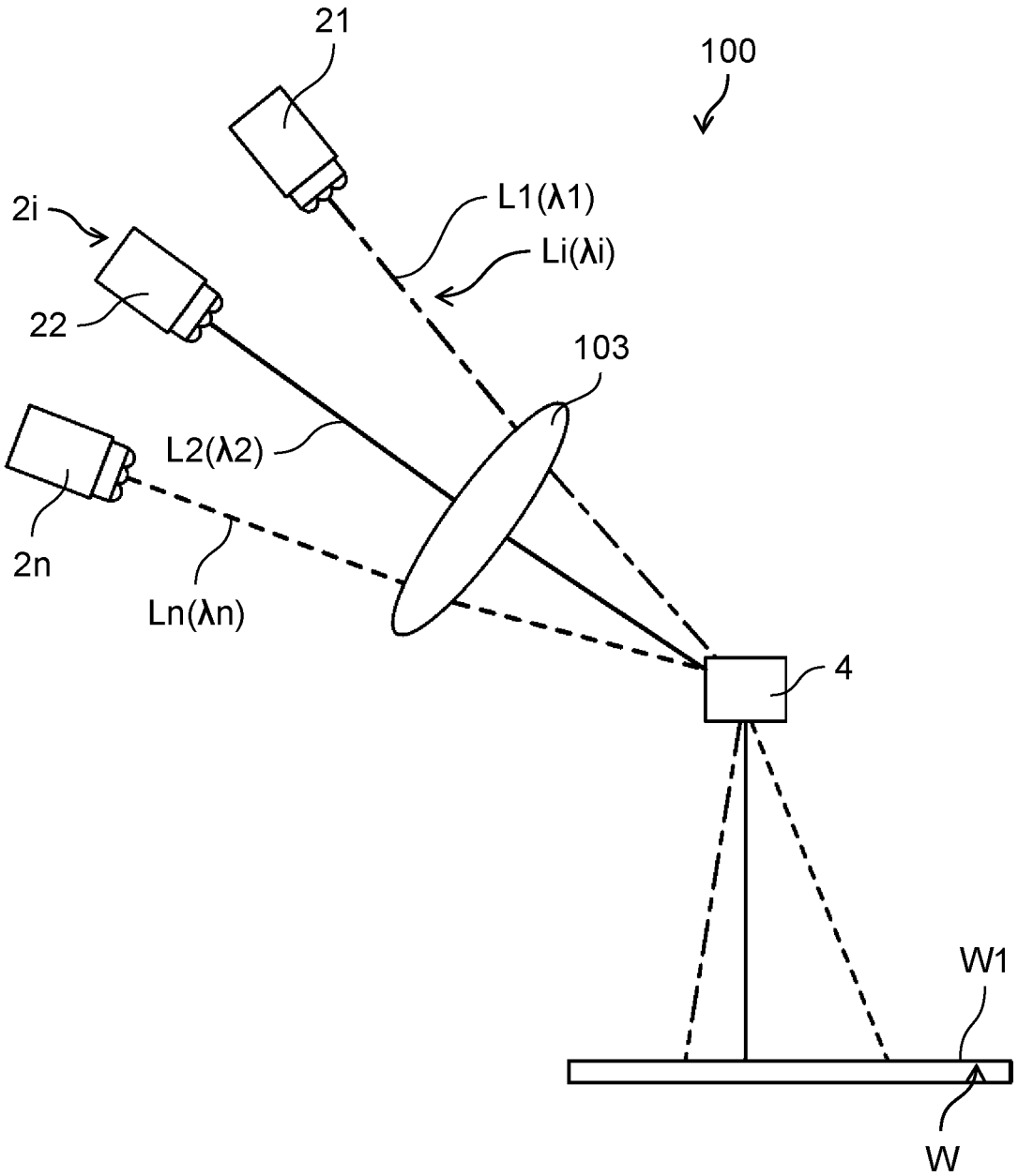

ÄNDERUNGS-
BEREICH DES
ABSORPTIONSKO-
EFFIZIENTEN
ÄNDERUNGS-
BEREICH DER
WELLENLÄNGE
ABSORPTIONS-
KOEFFIZIENT αi
[cm⁻¹]
10⁶
10⁵
10⁴
350
400
420
435
450
460
500
550
WELLENLÄNGE λi [nm]

FIG. 3




 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.