



(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 I864707 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：112115903

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 30 日

(51)Int. Cl. : F21V23/00 (2015.01)

F21V19/00 (2006.01)

A01G7/04 (2006.01)

A01K29/00 (2006.01)

H01L33/46 (2010.01)

H01L33/62 (2010.01)

(30)優先權：2019/02/01 日本

2019-017453

(71)申請人：日商大日本印刷股份有限公司(日本) DAI NIPPON PRINTING CO., LTD. (JP)
日本(72)發明人：塚田大 TSUKADA, DAI (JP)；龜川直人 KAMEKAWA, NAOTO (JP)；後藤大介
GOTO, DAISUKE (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

CN 103227263A

審查人員：彭裕志

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：12 共 51 頁

(54)名稱

動植物育成用之 LED 照明片、動植物育成用之 LED 照明模組、動植物之育成棚用之棚板、動植物之育成棚及動植物育成工廠

(57)摘要

本發明之動植物育成用之 LED 照明片(20)排列有複數個 LED 晶片(21)，且於動植物育成用之 LED 照明片(20)之下方區域中與 LED 晶片(21)相距 50 mm 之任意位置，對光合光量子通量密度進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值為 0.2 以上，於動植物育成用之 LED 照明片(20)之下方區域中與 LED 晶片(21)相距 50 mm 之位置所測定出之光合光量子通量密度之不均以藉由平均值進行標準化時之標準偏差表示，為 0.5 以下。

指定代表圖：

符號簡單說明：

20:LED 照明片

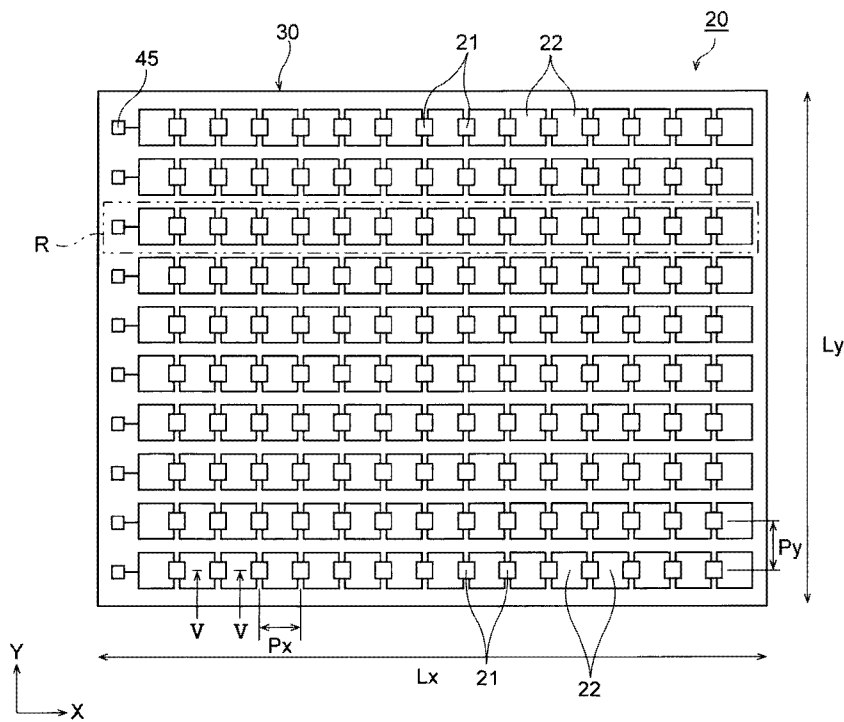
21:LED 晶片

22:金屬配線部

30:軟質配線基板

45:調節器

R:LED 晶片之行



【圖2】



I864707

【發明摘要】

【中文發明名稱】

動植物育成用之LED照明片、動植物育成用之LED照明模組、動植物之育成棚用之棚板、動植物之育成棚及動植物育成工廠

【中文】

本發明之動植物育成用之LED照明片(20)排列有複數個LED晶片(21)，且於動植物育成用之LED照明片(20)之下方區域中與LED晶片(21)相距50 mm之任意位置，對光合光量子通量密度進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值為0.2以上，於動植物育成用之LED照明片(20)之下方區域中與LED晶片(21)相距50 mm之位置所測定出之光合光量子通量密度之不均以藉由平均值進行標準化時之標準偏差表示，為0.5以下。

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

20:LED照明片

21:LED晶片

22:金屬配線部

30:軟質配線基板

45:調節器

R:LED晶片之行

【發明說明書】

【中文發明名稱】

動植物育成用之LED照明片、動植物育成用之LED照明模組、動植物之育成棚用之棚板、動植物之育成棚及動植物育成工廠

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種動植物育成用之LED照明片、動植物育成用之LED照明模組、動植物之育成棚用之棚板、動植物之育成棚及動植物育成工廠。

【先前技術】

【0002】

作為植物育成工廠中所使用之照明裝置，近年來，以消耗電力較少之LED為光源之照明裝置之需求正在擴大，逐步取代先前之螢光燈及高壓鈉燈等。

【0003】

作為使用以LED為光源之照明裝置之植物栽培工廠之一例，已知有於植物之栽培棚之棚板配置有複數個以LED為光源之直管型植物育成燈之植物栽培裝置(例如，參照專利文獻1)。

【0004】

亦提出有於軟質型電路基板配置有複數個LED晶片而形成有面狀光源之動植物育成用之LED照明裝置(例如，參照專利文獻2)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】

[專利文獻1]日本專利特開2008-118957號公報

[專利文獻2]日本專利特開2013-251230號公報

【0006】

本發明提供一種能使動植物之育成速度於面內均勻化，而以良好之產量收穫動植物之動植物育成用之LED照明片、動植物育成用之LED照明模組、動植物之育成棚用之棚板、動植物之育成棚及動植物育成工廠。

【發明內容】**【0007】**

本實施形態之動植物育成用之LED照明片排列有複數個LED晶片，且於上述動植物育成用之LED照明片之下方區域中與上述LED晶片相距50 mm之任意位置，對光合光量子通量密度進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值為0.2以上，於上述動植物育成用之LED照明片之下方區域中與上述LED晶片相距50 mm之位置所測定出之光合光量子通量密度之不均以藉由平均值進行標準化時之標準偏差表示，為0.5以下。

【0008】

於本實施形態之動植物育成用之LED照明片中，亦可為：上述LED晶片串聯配置有10個以上，該LED晶片之行並聯配置有4行以上。

【0009】

於本實施形態之動植物育成用之LED照明片中，亦可為：上述LED晶片由透明保護膜覆蓋。

【0010】

於本實施形態之動植物育成用之LED照明片中，亦可為：具備基板膜、及形成於上述基板膜正面之金屬配線部，且上述複數個LED晶片安裝於上述金屬配線部。

【0011】

於本實施形態之動植物育成用之LED照明片中，亦可為：最厚部分之厚度為5 mm以下。

【0012】

本實施形態之動植物育成用之LED照明模組具備：本實施形態之上述動植物育成用之LED照明片；及控制部，其電性連接於上述動植物育成用之LED照明片。

【0013】

本實施形態之動植物之育成棚用之棚板具備：基板；及安裝於上述基板之本實施形態之上述動植物育成用之LED照明片或本實施形態之上述動植物育成用之LED照明模組。

【0014】

本實施形態之動植物之育成棚具備棚板，且上述棚板具備安裝於基板下表面側之本實施形態之上述動植物育成用之LED照明片或本實施形態之上述動植物育成用之LED照明模組。

【0015】

於本實施形態之動植物之育成棚中，亦可為：於上述棚板之側面側配置有光反射片。

【0016】

本實施形態之動植物育成工廠具備：建築物；及本實施形態之上述

動植物之育成棚，其配置於上述建築物內部。

【0017】

根據本實施形態，能使動植物之育成速度於面內均勻化，而以良好之產量收穫動植物。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖1係表示一實施形態之LED照明模組之概略圖。

圖2係表示一實施形態之LED照明片之俯視圖。

圖3(a)、(b)係表示LED照明片之變化例之俯視圖。

圖4係表示光自LED照明片向下方照射之狀態之概略立體圖。

圖5(a)係表示自控制部向LED照明片施加定電壓之情形時的時間與電壓之關係之曲線圖，圖5(b)係表示作為比較例向LED照明片施加脈衝之情形時的時間與電壓之關係之曲線圖。

圖6係表示一實施形態之LED照明片之剖視圖(圖2之V-V線剖視圖)。

圖7(a)～(h)係表示一實施形態之LED照明片之製造方法之剖視圖。

圖8係表示一實施形態之植物育成工廠之概略立體圖。

圖9係表示一實施形態之植物之育成棚之概略立體圖。

圖10(a)、(b)係表示植物之育成棚之變化例之圖。

圖11係表示植物之育成棚之變化例之圖。

圖12(a)係表示光自一實施形態之LED照明片向下方照射之狀態之概略圖，圖12(b)係表示光自作為比較例之排列有複數個直管型LED之LED燈條向下方照射之狀態之概略圖。

【實施方式】

【0019】

本實施形態之動植物育成用之LED照明片排列有複數個LED晶片，且於上述動植物育成用之LED照明片之下方區域中與上述LED晶片相距50 mm之任意位置，對光合光量子通量密度進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值為0.2以上，於上述動植物育成用之LED照明片之下方區域中與上述LED晶片相距50 mm之位置所測定出之光合光量子通量密度之不均以藉由平均值進行標準化時之標準偏差表示，為0.5以下。

【0020】

本實施形態之動植物育成用之LED照明片為片狀之LED照明裝置，因此與排列有複數個直管型LED之LED燈條相比，整體之厚度可較薄。故而，能縮窄動植物育成棚之棚板之上下方向之間隔，從而能提高被育成之動植物的動植物育成工廠之每一地板面積之產量。又，LED晶片之厚度小於LED直管之厚度，因此LED照明片之配置有LED晶片之部位與未配置LED晶片之部位之間之高低差可小於配置有LED直管之部位與未配置LED直管之部位之間之高低差。故而，不易產生LED晶片之側部側之陰影，因此即便於動植物成長而接近LED照明片之情形時，亦能抑制向動植物照射之光之不均。於動植物育成用之LED照明裝置中，抑制向動植物照射之光之不均能將被育成之動植物之大小及品質控制於一定標準之範圍內而減少不合格品，因此較為重要。於動植物之育成中，在動植物成長、光合作用變得活躍之育成後期，控制向動植物照射之光及熱較為重要。本實施形態之動植物育成用之LED照明片能抑制於動植物與LED照明片接近時向動植物照射之相對較強之光之不均。

【0021】

本實施形態之動植物育成用之LED照明片於動植物育成用之LED照明片之下方區域中與LED晶片相距50 mm之任意位置，對光合光量子通量密度PPFD(photosynthetic photon flux density)進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值為0.2以上，因此能一面抑制被育成之動植物之產率之降低一面增加被育成之動植物之育成量，從而能以良好之產量收穫動植物。於動植物育成用之LED照明裝置中，即便僅增加光量以欲增加動植物之育成量，若無法抑制該光之不均，則不均亦會變得更大，不合格品變多，反而有產量降低之虞。根據本實施形態之片狀之LED照明裝置，即便為對PPFD進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值為0.2之光，亦能抑制不均而獲得良好之產量。

【0022】

一般而言，於動植物育成工廠中，為了更迅速地育成動植物，認為提高自LED晶片照射之光之光合光量子通量密度PPFD為佳。然而，已判明：於僅增加自LED晶片照射之光之PPFD之情形時，在面內配置有複數個之動植物之育成速度會產生不均。且已判明：尤其是於動植物之育成後期階段，育成速度會不均，一部分動植物未被充分育成，或一部分動植物發生被稱為缺鈣症(chipburn)之育成障礙等，反而導致生長不良增加。認為其原因在於，於動植物之育成後期階段，動植物接近上方之LED照明片，因此距LED晶片較近之動植物被供給大量光，而另一方面，距LED晶片較遠之動植物未被充分供給光，從而於該等動植物之間，育成速度產生差異。根據本實施形態，於動植物育成用之LED照明片之下方區域中與LED晶片相距50 mm之位置所測定出之光合光量子通量密度之不均以藉由

平均值進行標準化時之標準偏差表示，為0.5以下。藉由如此地降低距LED晶片較近之位置(即，與LED晶片相距50 mm之位置)之PPFD之不均，而使位於LED照明片之下方且距LED晶片較近之位置之光量均勻。其結果，於距LED晶片較近之位置，能使來自LED晶片之光之照射量於面內均等，從而消除LED照明片之下方區域之光之照射量不足之處。尤其能使動植物之育成後期之動植物之育成速度於面內均勻。又，來自LED晶片之光之照射量過剩之處亦消失，因此亦能抑制動植物發生被稱為缺鈣症之成長障礙。

【0023】

又，本實施形態之動植物育成用之LED照明模組具備：上述本實施形態之動植物育成用之LED照明片；及控制部，其電性連接於LED照明片；因此能使動植物之育成速度於面內均勻化，而以良好之產量收穫動植物。本實施形態之動植物之育成棚用之棚板、動植物之育成棚及動植物育成工廠具備上述本實施形態之動植物育成用之LED照明片或模組，因此能使動植物之育成速度於面內均勻化，而以良好之產量收穫動植物。

【0024】

以下，一面參照圖式一面對一實施形態具體地進行說明。以下所示之各圖係模式性表示者。因此，各部分之大小、形狀為了易於理解而適當誇大。又，於不脫離技術思想之範圍內可適當變更實施。再者，於以下所示之各圖中，對相同部分標註相同符號，且有時會省略一部分詳細說明。又，本說明書中所記載之各構件之尺寸等數值及材料名稱係作為實施形態之一例，並不限定於此，而可適當選擇使用。於本說明書中，關於特定形狀或幾何條件之用語例如平行、正交、垂直等用語，除了嚴格含義以外，

亦包括實質上相同之狀態。於本說明書中，所謂動植物係指動物及/或植物。再者，以下，為了方便起見，列舉藉由LED照明模組育成(栽培)植物之情形時為例進行說明，但於不產生矛盾之範圍內，亦可應用於育成動物之情形時。

【0025】

(植物育成用之LED照明模組)

圖1所示之本實施形態之植物育成用之LED照明模組10(以下，亦稱為LED照明模組10)如下所述，為設置於使用人工光之植物育成工廠90(圖8)內而育成植物者。此種LED照明模組10具備：植物育成用之LED照明片20(以下，亦稱為LED照明片20)；及控制部40，其電性連接於LED照明片20。

【0026】

如圖2所示，LED照明片20於其片面之發光面側(使用時朝向植物方向之側)排列有複數個LED晶片21。藉由使用此種正下方型LED照明片20，來自LED晶片21之照射光以原始狀態通過發光面直接到達正下方之植物，因此能增強光量，促進植物之育成，又能使片整體之厚度較薄，而不易產生LED晶片21之側部側之陰影。再者，於圖2中，表示出了正下方型LED照明片20之例，但並不限定於此，亦可使用介置有導光板等之邊緣型LED照明片。邊緣型LED照明片易於抑制來自發光面之光量之不均。圖2之LED照明片20具備：軟質配線基板30；及複數個LED晶片21，其等規則地配置於軟質配線基板30上。藉由使用此種軟質配線基板30，能獲得片面之面積相對較大之LED照明片20。一般而言，於植物育成工廠或植物之育成棚中，LED照明片20係將複數個排列而使用，但若相鄰之LED照明

片20彼此之位置不均，則會產生光量之不均，從而有植物之產率降低之虞。片面之面積相對較大之LED照明片20能減少所使用之LED照明片20之數量，因此能抑制因複數個LED照明片20之配置而導致之光量之不均。再者，於圖2中，表示出了具備軟質配線基板30之LED照明片20之例，但並不限定於此，亦可使用具備硬質配線基板之LED照明片。具備硬質配線基板之LED照明片對應力之耐性較高，不易破損。再者，於圖2中，省略了對於下述光反射性絕緣保護膜34及透明保護膜35之表示。

【0027】

於該情形時，LED晶片21於軟質配線基板30內俯視下呈格子點狀配置。即，LED晶片21呈矩陣狀配置成多段多行，由M個串聯連接而成之LED晶片21之行R配置有N行。例如，於圖2中，LED晶片21沿著LED晶片21之第1排列方向(X方向)串聯連接有14個($M = 14$)。進而，具有該14個LED晶片21之行R沿著LED晶片21之第2排列方向(Y方向)並聯配置有10行($N = 10$)。再者，LED晶片21之配置數並不限於此。具體而言，較佳為沿第1排列方向(X方向)串聯配置10個以上14個以下($14 \geq M \geq 10$)LED晶片21，沿LED晶片21之第2排列方向(Y方向)並聯配置4行以上10行以下($10 \geq N \geq 4$)該行R。藉由串聯配置10個以上LED晶片21，能將LED晶片21沿著第1排列方向(X方向)以較短間隔配置，從而能抑制LED照明片20之照度之面內不均，能抑制向植物照射之光之不均。藉由串聯配置14個以下LED晶片21，能削減消耗電力，從而能降低植物育成工廠90之光熱費等運轉成本。又，藉由沿LED晶片21之第2排列方向(Y方向)並聯配置4行以上LED晶片21之行，即便於特定之LED晶片21破損之情形時，亦不會波及其他行之LED晶片21，從而能抑制LED照明片20整體照度極端降低。

又，藉由限定LED照明片20之照度降低之範圍，能限定有產生不合格品之虞之範圍，從而能抑制產率之降低。要想使LED照明片20照射總光通量為3000 lm以上之光，需提高LED晶片21之性能。因此，將特定之LED晶片21破損之情形時之影響儘可能地加以限定就風險管理之觀點而言較為重要。又，於LED照明片20為正下方型之情形時，設置或清掃時誤猛力地接觸LED晶片21而導致其破損之虞提高，因此預先採取破損應對措施就風險管理之觀點而言較為重要。進而，藉由並聯配置10行以下LED晶片21之行，能削減消耗電力，從而能降低植物育成工廠90之光熱費等運轉成本。

【0028】

LED照明片20具有複數個金屬配線部22，複數個金屬配線部22沿著第1排列方向(X方向)排列。沿著第1排列方向(X方向)排列之複數個金屬配線部22分別與LED晶片21之各行R對應。LED晶片21以分別跨越於X方向上相互鄰接之一對金屬配線部22彼此之方式配置。又，LED晶片21之未圖示之各端子分別電性連接於一對金屬配線部22。複數個金屬配線部22構成針對LED晶片21之饋電部，藉由向複數個金屬配線部22供給電力，配置於該行R之LED晶片21全部點亮。再者，複數個金屬配線部22構成下述金屬配線部32之一部分。

【0029】

第1排列方向(X方向)上之LED晶片21彼此之間隔Px較佳為37 mm以上50 mm以下。又，第2排列方向(Y方向)上之LED晶片21彼此之間隔Py較佳為37 mm以上100 mm以下。藉由使LED晶片21彼此之間隔處於上述範圍內，能使LED照明片20之亮度於面內均勻，從而能抑制向植物照射之光之不均並且抑制LED照明片20之消耗電力。

【0030】

LED照明片20之最厚部分之厚度較佳為5 mm以下。藉由如此地使LED照明片20之厚度較薄，能縮窄設置LED照明片20之基板81(圖9)彼此之上下方向之間隔，藉此能增加各植物之育成棚80(圖9)每棚之基板81之數量。其結果，能增加每單位面積之植物之收穫量。又，能進一步抑制植物與LED照明片20接近時向植物照射之相對較強之光之不均。

【0031】

LED晶片21之排列並不限於俯視格子點狀，亦可如圖3(a)所示，俯視下呈鋸齒狀配置。又，LED晶片21亦可並非於LED照明片20之面內均勻配置。例如，亦可使LED晶片21之密度於LED照明片20之周緣部更高。具體而言，亦可如圖3(b)所示，於LED照明片20之中央部(圖3(b)之下部)呈格子點狀配置LED晶片21，而於LED照明片20之周緣部(圖3(b)之上部)呈鋸齒狀配置LED晶片21。藉此，能抑制LED照明片20之周緣部之LED照明片20的亮度之降低，從而能使LED照明片20之亮度於面內均勻，能抑制向植物照射之光之不均。

【0032】

LED照明片20之整體形狀為俯視長方形形狀，但對於LED照明片20之尺寸及平面形狀並不特別限定。LED照明片20因尺寸及形狀之加工自由度較高，故對於與該方面相關之各種需求亦能靈活地予以應對。又，利用該靈活性，可將其安裝於各種形狀之設置面而並不僅限於平坦之設置面。

【0033】

於圖2中，LED照明片20之第1排列方向(X方向)之長度 L_x 較佳為500 mm以上700 mm以下，進而較佳為550 mm以上650 mm以下。LED照明片

20之第2排列方向(Y方向)之長度 L_y 較佳為300 mm以上500 mm以下，進而較佳為350 mm以上450 mm以下。藉由將LED照明片20之大小設為上述範圍內，能使LED照明片20適配於一般之植物栽培用之基板81(圖9)，從而能減少基板81之無用空間。又，因各個LED照明片20之大小未過度地過大，於特定之LED晶片21破損之情形時，能將對其他LED晶片21之影響抑制在最低限度，從而能防止棚板整體之照度極端降低且限定照度降低之範圍。

【0034】

本實施形態中，於LED照明片20之下方區域中與LED晶片21相距200 mm之任意位置，對來自LED照明片20之光合光量子通量密度PPFD(photosynthetic photon flux density)進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值較佳為0.3以上，進而較佳為0.4以上。於本實施形態中，所謂LED照明片20之下方區域，如圖4所示，係指自LED照明片20之鉛直方向上方觀察時含在LED照明片20內側之區域A1。此處，所謂經投入電力換算之PPFD，係指將來自LED照明片20之光合光量子通量密度PPFD之各實測值($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)除以投入至LED照明片20之電力(W)所得之值。又，所謂藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值，係指將下方區域之各處之經投入電力換算之PPFD之值除以下方區域之複數處之經投入電力換算之PPFD之平均值所得之值。

【0035】

藉由使與LED晶片21相距200 mm之任意位置之PPFD處於上述範圍內，能充分提供於植物育成工廠90中育成植物所需之光量，促進植物之生長。尤其能充分提供於植物之生長後期階段育成植物所需之光量。再者，

PPFD可藉由光量子計等測定裝置(例如美國LI-COR公司製造，光量子感測器LI-190R及測光表LI-250A)而測定。將光量子感測器LI-190R以相對於栽培面(或光源)呈水平之方式配置，且根據栽培面積，將其分散地呈矩陣狀配置，於表示光量之數字穩定之狀態下讀取數值。數值之讀取係於藉由測光表已校準為感測器之固有值之狀態下進行。於本實施形態中，PPFD之數值係以呈上述矩陣狀計測所得之數值而表現。

【0036】

又，於LED照明片20之下方區域中與LED晶片21相距50 mm之任意位置，對來自LED照明片20之光合光量子通量密度PPFD(photosynthetic photon flux density)進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值較佳為0.2以上。

【0037】

藉由如此地使與LED晶片21相距50 mm之任意位置之PPFD處於上述範圍內，能充分提供尤其是於植物之生長後期階段育成植物所需之光量，促進植物之生長。

【0038】

又，本實施形態中，於LED照明片20之下方區域中與LED晶片21相距50 mm之複數個位置所測定出之光合光量子通量密度(PPFD)之不均以藉由平均值進行標準化時之標準偏差表示，較佳為0.5以下，進而較佳為0.4以下。此處，所謂PPFD之不均，係指藉由除以於該範圍內所測定出之PPFD(進行投入電力換算後)之平均值取商而進行標準化，並以標準偏差表示者。

【0039】

再者，通常，於LED照明片20之晶片排列區域，PPFD於LED晶片21之正下方取得最大值，於鄰接之LED晶片21彼此之間之中間位置取得最小值。於本實施形態中，所謂LED照明片20之晶片排列區域，如圖4所示，係指自LED照明片20之鉛直方向上方觀察時被最外側之LED晶片21包圍之區域A2。

【0040】

藉由如此地降低距LED晶片21較近之位置(即，與LED晶片21相距50 mm之位置)之PPFD之不均，能使LED照明片20之下方之來自LED晶片21之光量均勻。藉由如此地降低PPFD之不均，能使來自LED晶片21之光之照射量於面內均等，從而消除LED照明片20之下方區域之光之照射量不足之處。藉此，能使植物之育成速度於面內均勻。又，來自LED晶片21之光之照射量過多之處亦消失，因此亦能抑制植物發生被稱為缺鈣症之成長障礙。其結果，不易產生植物之育成不均，從而能抑制植物之產量之降低。

【0041】

其次，對控制部40進行說明。如圖1所示，控制部40係向LED照明片20供給電力並且控制LED照明片20之發光等者。該控制部40經由設置於LED照明片20上之第1連接器44A相對於LED照明片20裝卸自如地連接。即，控制部40係與LED照明片20分開構成，而相對於LED照明片20外設連接。即，控制部40未與LED照明片20一體化。藉此，能將作為熱源之控制部40自LED照明片20分離，從而避免來自控制部40之熱影響植物之生長。

【0042】

又，控制部40具有電力輸入部41、AC/DC轉換器(驅動器)42、PWM

控制部43。其中，向電力輸入部41供給例如具有100 V至240 V之任意電壓之交流電壓。AC/DC轉換器42將100 V至240 V之交流電壓轉換成定壓(例如44 V)之直流電壓。PWM控制部43係藉由使來自AC/DC轉換器42之定電壓波形之脈衝寬度任意變化而進行LED照明片20之LED晶片21之調光者。即，PWM控制部43作為控制LED照明片20之調光之調光控制部發揮作用。自PWM控制部43輸出之定電壓經由第1連接器44A施加至LED照明片20。

【0043】

藉由自控制部40之PWM控制部43向LED照明片20施加定電壓，與向LED照明片20直接施加經整流化後之脈衝電壓之情形時不同，能進行LED晶片21之調光。即，PWM控制部43藉由使來自AC/DC轉換器42之直流電壓之工作比適當變化，能任意控制LED晶片21之照度。例如，如圖5(a)所示，PWM控制部43藉由將來自AC/DC轉換器42之定電壓之工作比自100%(實線)抑制至50%(虛線)，能降低LED晶片21之照度。

【0044】

藉由如此地適當調節LED晶片21之照度，能根據植物之生長階段調節LED照明片20之照度，從而調整植物之生長程度。例如可為：於植物之葉子較小之生長初期，降低LED照明片20之照度，而於植物之葉子較大之生長後期，提高LED照明片20之照度。或可為：於植物之株高較低之生長初期，因植物與LED晶片21之距離較遠，故提高LED照明片20之照度，而於植物之株高較高之生長後期，因植物與LED晶片21之距離較近，故降低LED照明片20之照度。作為LED照明片20之照度調整之另一例，可為：於植物為需要較高照度之種類時，提高照度，而於植物為以較低照度

即可育成之種類時，降低照度。亦可為：於希望將出貨之時期提前時，提高照度，而於希望將出貨之時期延遲時，降低照度。照射總光通量為3000 lm以上之光之LED照明片20因可調整照度之範圍較大，故能控制LED晶片21之調光之優點較大。於為光量較低之LED照明片20之情形時，即便帶有調光功能，最終亦會以最大附近之照度使用，因此具有調光功能之優點較小。

【0045】

又，藉由自PWM控制部43向LED照明片20施加定電壓，能增加來自LED照明片20之光之每單位時間之累計光量。即，例如，能使向LED照明片20施加定電壓之情形時之累計光量(圖5(a)之陰影部分之面積)大於作為比較例以脈衝形式施加電壓之情形時之累計光量(圖5(b)之陰影部分之面積)。藉此，能提高來自LED照明片20之光之發光效率，從而能提高植物之育成效率。

【0046】

再次參照圖1，於LED照明片20設置有調節器45。於該情形時，調節器45係與LED晶片21之各行對應地分別設置，具體而言，與10行LED晶片21之行對應地設置有10個調節器45。該調節器45發揮將流向各行之複數個LED晶片21之電流保持固定之作用。藉此，即便於1個LED晶片21破損之情形時，亦能抑制過大電流流向其他行之LED晶片21，從而避免其他行之LED晶片21破損。其結果，能防止LED照明片20整體照度極端降低，從而能抑制向植物照射之光之不均。又，調節器45能逐行控制藉由所連接之電阻值而控制之電流量，例如，藉由使首行與末行之控制用電阻值變化，能僅使周邊部之行之輸出提高。藉此，雖然通常期望藉由使LED照

明片20彼此無間隙地密鋪而確保均勻性，但就成本之觀點及確保透氣性之觀點而言，使LED照明片20之間隔開5 cm～10 cm左右即可期待其接縫消失之效果。

【0047】

進而，於LED照明片20，自第1連接器44A分支而設置有電力供給線46。又，於LED照明片20上設置有第2連接器44B。電力供給線46未電性連接於該LED照明片20之LED晶片21，而電性連接於具有與LED照明片20相同之構成之其他LED照明片200之配線。即，電力供給線46經由第2連接器44B及設置於其他LED照明片200上之其他第1連接器44A，而裝卸自如地連接於LED照明片200之配線。其他連接器44A連接於其他相同構成之LED照明片20。來自電力供給線46之電流經由第2連接器44B及其他第1連接器44A供給至其他LED照明片20。藉此，能將2個LED照明片20連結，從而能藉由1個控制部40同時控制該等2個LED照明片20、200。由於能藉由1個控制部40同時控制複數個LED照明片20、200，因此能減少作為熱產生源之控制部40之數量，從而不易產生因來自控制部40之熱而導致之植物之育成不均，能抑制產量之降低。

【0048】

(LED照明片之各構件)

其次，對構成LED照明片20之各構件進行說明。如圖6所示，LED照明片20具備：軟質配線基板30；及複數個LED晶片21，其等配置於軟質配線基板30上。其中，軟質配線基板30包含：具有可撓性之基板膜31；及金屬配線部32，其形成於基板膜31正面(發光面側之面)。金屬配線部32經由接著劑層33積層於基板膜31。

【0049】

各LED晶片21以可與金屬配線部32導通之態樣安裝於金屬配線部32。於該LED照明片20中，藉由將LED晶片21安裝於軟質配線基板30，能將複數個LED晶片21以所期望之較高密度配置。

【0050】

覆蓋LED照明片20中除了設置有LED晶片21、調節器45、及連接器44A、44B之區域以及其周邊區域以外之區域，而形成有光反射性絕緣保護膜34。該光反射性絕緣保護膜34以覆蓋金屬配線部32之方式配置。光反射性絕緣保護膜34係兼具有助於提高LED照明片20之耐遷移特性之絕緣功能、及有助於提高由LED照明片20創造之光環境之光反射功能之層。該層由包含白色顏料之絕緣性樹脂組合物形成。於僅以上述金屬配線部32與下述透明保護膜35即可獲得耐遷移特性及光反射功能之情形時，亦可為無光反射性絕緣保護膜34之構造。

【0051】

又，以覆蓋光反射性絕緣保護膜34及LED晶片21之方式形成有透明保護膜35。透明保護膜35係主要為了確保LED照明片20之防水性而形成於其最正面(位於最靠發光面側之面)之樹脂性膜。

【0052】

於金屬配線部32上設置有焊料部36。各LED晶片21分別經由焊料部36電性連接於金屬配線部32。

【0053】

(基板膜)

作為基板膜31，可使用具有可撓性之樹脂膜。再者，本說明書中，

所謂「具有可撓性」係指「能使曲率半徑至少為1 m以下，較佳為50 cm，更佳為30 cm，進而更佳為10 cm，尤佳為5 cm地彎曲」。

【0054】

作為基板膜31之材料，可使用耐熱性及絕緣性較高之熱塑性樹脂。作為此種樹脂，可使用耐熱性、加熱時之尺寸穩定性、機械強度及耐久性優異之聚醯亞胺樹脂(PI)或聚萘二甲酸乙二酯(PEN)。其中，較佳為使用藉由實施退火處理等耐熱性提高處理而提高了耐熱性與尺寸穩定性之聚萘二甲酸乙二酯(PEN)。又，亦可使用藉由添加難燃性無機填料等而提高了難燃性之聚對苯二甲酸乙二酯(PET)。

【0055】

基板膜31之厚度並不特別限定，就作為散熱路徑不會成為瓶頸、具有耐熱性及絕緣性、及製造成本之平衡之觀點而言，大致為10 μm以上500 μm以下，較佳為50 μm以上250 μm以下。又，就於採用輥對輥方式進行製造之情形時維持良好生產性之觀點而言，較佳亦為使其處於上述厚度範圍內。

【0056】

(接著劑層)

關於形成接著劑層33之接著劑，可適當使用公知之樹脂系接著劑。該等樹脂接著劑中，尤佳為使用胺基甲酸酯系、聚碳酸酯系、矽酮系、酯系或環氧系之接著劑等。又，作為形成接著劑層33之接著劑，亦可使用丙烯酸系黏著劑。

【0057】

(金屬配線部)

金屬配線部32係由金屬箔等導電性基材形成於基板膜31正面(發光面側之面)之配線圖案。該金屬配線部32較佳為藉由乾式層壓法經由接著劑層33形成於基板膜31之正面。金屬配線部32包含上述複數個金屬配線部22。複數個金屬配線部22包含：第1金屬配線部22A；及第2金屬配線部22B，其與第1金屬配線部22A相隔而配置。於第1金屬配線部22A及第2金屬配線部22B搭載有LED晶片21，LED晶片21電性連接於第1金屬配線部22A及第2金屬配線部22B。藉由向第1金屬配線部22A及第2金屬配線部22B供給之電力，LED晶片21點亮。

【0058】

金屬配線部32較佳為以較高之水準兼具散熱性與導電性者，例如可使用銅箔。於該情形時，來自LED晶片21之散熱性穩定，可防止電阻增加，因此能使LED晶片21之間之發光不均變小而穩定地發光。又，LED晶片21之壽命亦延長。進而，亦能防止基板膜31等周邊構件因熱而劣化，故而LED照明片20之製品壽命亦能延長。作為形成金屬配線部32之金屬之例，除了上述銅以外，亦可列舉鋁、金、銀等金屬。

【0059】

關於金屬配線部32之厚度，只要根據軟質配線基板30所要求之耐電流之大小等適當設定即可。但為了抑制採用回焊方式等進行焊料加工處理時基板膜31因熱收縮而翹曲，金屬配線部32之厚度較佳為10 μm 以上。另一方面，金屬配線部32之厚度較佳為50 μm 以下，藉此，能維持軟質配線基板30之充分之可撓性，亦能抑制因重量增大而導致之操作性之降低等。

【0060】

(焊料部)

焊料部36係進行金屬配線部32與LED晶片21之接合者。藉由該焊料而實現之接合可採用回焊方式或雷射方式兩種方式中任一種。

【0061】

(LED晶片)

LED晶片21係利用由P型半導體與N型半導體接合而成之PN接合部中之發光之發光元件。作為LED晶片21，可為將P型電極及N型電極分別設置於元件之上表面及下表面之構造，亦可為於元件之單面設置有P型電極及N型電極兩者之構造。

【0062】

於本實施形態中，作為各LED晶片21，較佳為使用光通量較大者。具體而言，作為LED晶片21，較佳為使用具有30 lm以上之光通量者，進而較佳為使用具有35 lm以上之光通量者。又，作為LED晶片21，較佳為選擇發光效率較高者。具體而言，作為LED晶片21，較佳為使用具有150 lm/W以上之發光效率者，進而較佳為使用具有180 lm/W以上之發光效率者。藉由將LED晶片21之發光效率提高至150 lm/W以上，能降低LED晶片21之安裝數(密度)，減少來自LED晶片21之焦耳熱所造成之發熱，從而不易因來自LED晶片21之熱而產生植物之育成不均，由此能抑制產量之降低。

【0063】

LED照明片20如上所述，為將LED晶片21直接安裝於能發揮較高散熱性之金屬配線部32者。藉此，即便於將LED晶片21以高密度配置之情形時，亦能使LED晶片21點亮時產生之過剩之熱通過金屬配線部32而迅速地擴散，並經由基板膜31向LED照明片20之外部充分散熱，從而不易

因來自LED晶片21之熱而產生植物之育成不均，由此能抑制產量之降低。

【0064】

(光反射性絕緣保護膜)

光反射性絕緣保護膜34係形成於除了設置有LED晶片21之區域及其周邊區域以外之區域之層。該光反射性絕緣保護膜34係藉由具有充分之絕緣性而提高軟質配線基板30之耐遷移特性的所謂抗蝕劑層，且為具備有助於提高由LED照明片20創造之光環境之光反射性的光反射層。

【0065】

光反射性絕緣保護膜34可藉由以胺基甲酸酯系樹脂等作為基底樹脂且進而含有由氧化鈦等無機填料形成之白色顏料之各種樹脂組合物而形成。作為用以形成光反射性絕緣保護膜34之樹脂組合物之基底樹脂，除了胺基甲酸酯系樹脂以外，亦可適當使用丙烯酸胺基甲酸酯系樹脂、聚酯系樹脂、酚系樹脂等。作為形成光反射性絕緣保護膜34之樹脂組合物之基底樹脂，更佳為以與形成透明保護膜35之樹脂組合物相同或同系之樹脂作為基底樹脂。關於透明保護膜35，如下所述，較佳為使用丙烯酸胺基甲酸酯系樹脂作為主材料樹脂。藉此，於形成透明保護膜35之樹脂組合物之基底樹脂為丙烯酸胺基甲酸酯系樹脂之情形時，用以形成光反射性絕緣保護膜34之樹脂組合物之基底樹脂更佳為胺基甲酸酯系樹脂或丙烯酸胺基甲酸酯系樹脂。

【0066】

關於作為白色顏料而包含於形成光反射性絕緣保護膜34之樹脂組合物中之無機填料，除了氧化鈦以外，亦可使用選自氧化鋁、硫酸鋇、氧化鎂、氮化鋁、氮化硼、鈦酸鋇、高嶺土、滑石、碳酸鈣、氧化鋅、矽石、

雲母粉、粉末玻璃、粉末鎳及粉末鋁中之至少一種。

【0067】

光反射性絕緣保護膜34之厚度為5 μm 以上50 μm 以下，更佳為7 μm 以上20 μm 以下。若光反射性絕緣保護膜34之厚度未達5 μm ，則尤其是於金屬配線部32之邊緣部分，光反射性絕緣保護膜變薄，於未能被覆該金屬配線而使其露出之情形時絕緣性無法再維持之風險變大。另一方面，就保持光反射性絕緣保護膜34而避免操作及搬送等時之基板彎曲之觀點而言，光反射性絕緣保護膜34之厚度較佳為50 μm 以下。

【0068】

又，光反射性絕緣保護膜34之波長400 nm以上780 nm以下之光線平均反射率較佳皆為65%以上，更佳為70%以上，尤佳為80%以上。LED照明片20例如藉由相對於100質量份胺基甲酸酯系或丙烯酸胺基甲酸酯系之基底樹脂含有20質量份以上氧化鈦，能使將光反射性絕緣保護膜34之厚度設為8 μm 之情形下該層之上述光線反射率為75%以上。

【0069】

(透明保護膜)

透明保護膜35以覆蓋LED晶片21之方式形成於LED照明片20之最表面。透明保護膜35具有防水性與透明性。藉由透明保護膜35之防水性，當使用LED照明片20作為植物育成用光源之情形時能防止水侵入至裝置內部。照射總光通量為3000 lm以上之光之LED照明片20中，需提高LED晶片21之性能，且特定之LED晶片21破損之情形時之影響較大。因此，儘可能使LED晶片21不易破損，就風險管理之觀點而言較為重要。

【0070】

透明保護膜35可藉由以丙烯酸胺基甲酸酯系樹脂等作為基底樹脂之各種樹脂組合物而形成。作為用以形成透明保護膜35之樹脂組合物之基底樹脂，除了丙烯酸胺基甲酸酯系樹脂以外，亦可適當使用胺基甲酸酯系樹脂、聚酯系樹脂、酚系樹脂等。作為形成透明保護膜35之樹脂組合物之基底樹脂，更佳為以與形成光反射性絕緣保護膜34之樹脂組合物相同或同系之樹脂作為基底樹脂。作為較佳之具體組合，可列舉將形成光反射性絕緣保護膜34之樹脂組合物之基底樹脂設為胺基甲酸酯系樹脂、將形成透明保護膜35之該樹脂設為丙烯酸胺基甲酸酯系樹脂之組合。

【0071】

透明保護膜35之厚度為10 μm 以上40 μm 以下，較佳為15 μm 以上30 μm 以下，更佳為20 μm 以上25 μm 以下。藉由使透明保護膜35之厚度處於上述範圍內，能維持LED照明片20之良好之可撓性、纖薄性、輕量性、及植物育成用途中所要求之良好之光學特性。又，能對LED照明片20具備植物育成用途中所要求之充分之防水性。

【0072】

作為藉由透明保護膜35而實現之LED照明片20之耐水性，只要為對於LED照明片20散佈植物育成用之水時能抑制LED晶片21之劣化之程度即可，並不特別限定。作為此種耐水性，較佳為按照由IEC(國際電氣標準會議)制定之防水、防塵之保護標準顯示為IPX4以上。IPX4以上之防水性係來自所有方向之水之飛沫均不會對LED晶片21造成有害影響之程度。具體而言，為於與LED照明片20之法線方向成 $\pm 180^\circ$ 之全部範圍內自灑水噴嘴以10 L/分之水量灑水5分鐘時不會對LED晶片21造成有害影響之程度。

【0073】

(LED照明片之製造方法)

其次，參照圖7(a)～(h)，對本實施形態之LED照明片20之製造方法進行說明。

【0074】

首先，準備基板膜31(圖7(a))。其次，於基板膜31之正面積層作為金屬配線部32之材料之銅箔等金屬箔32A(圖7(b))。金屬箔32A係例如藉由胺基甲酸酯系接著劑等接著劑層33接著於基板膜31之正面。或者，金屬箔32A亦可藉由電解鍍覆法或氣相製膜法(濺鍍、離子鍍覆、電子束蒸鍍、真空蒸鍍、化學蒸鍍等)直接形成於基板膜31之正面。或者，亦可於金屬箔32A直接熔接形成基板膜31。

【0075】

其次，於金屬箔32A之表面形成被圖案化成金屬配線部32所要求之形狀後之蝕刻遮罩37(圖7(c))。該蝕刻遮罩37係為了使成為金屬配線部32之金屬箔32A之與配線圖案對應之部分不被蝕刻液腐蝕而設置。形成蝕刻遮罩37之方法並不特別限定，例如，可藉由使光阻劑或乾膜通過光罩並感光後顯影而形成，亦可藉由噴墨印表機等印刷技術於金屬箔32A之表面形成蝕刻遮罩。

【0076】

其次，藉由浸漬液將位於未被蝕刻遮罩37覆蓋之處之金屬箔32A去除(圖7(d))。藉此，金屬箔32A之成為金屬配線部32之部位以外之部分被去除。

【0077】

其後，使用鹼性剝離液，將蝕刻遮罩37去除。藉此，蝕刻遮罩37被

自金屬配線部32之表面去除(圖7(e))。

【0078】

繼而，於金屬配線部32上積層形成光反射性絕緣保護膜34(圖7(f))。關於光反射性絕緣保護膜34之形成，只要為能將構成光反射性絕緣保護膜34之材料樹脂組合物均勻塗佈之塗佈方法即可，並不特別限定，例如可使用網版印刷、膠版印刷、浸漬塗佈、刷塗等方法。或者，亦可將具有感光性之絕緣保護膜材料塗佈於整面，藉由僅使必要部位通過光罩並感光後顯影而形成光反射性絕緣保護膜34。

【0079】

其次，於金屬配線部32上安裝LED晶片21、調節器45及連接器44A、44B(圖7(g))。於該情形時，LED晶片21利用經由焊料部36之焊料加工而接合於金屬配線部32。藉由該焊料加工而實現之接合可採用回焊方式或雷射方式，亦可為藉由導電性樹脂而實現之接合。

【0080】

繼而，以覆蓋光反射性絕緣保護膜34、LED晶片21、調節器45及連接器44A、44B之方式形成透明保護膜35(圖7(h))。該透明保護膜35較佳為採用藉由噴霧處理吹送透明樹脂組合物而形成之方法(以下，稱為「噴塗法」)、或藉由淋幕式塗佈法而形成之方法進行。採用噴塗法之透明保護膜35之形成例如可藉由如下方法進行：使用噴霧塗裝機，將包含丙烯酸系聚胺酯樹脂之噴塗處理用之塗佈液噴灑至軟質配線基板30上之所期望之區域，從而形成塗佈膜。採用淋幕式塗佈法之透明保護膜35之形成例如可藉由如下方法進行：使用淋幕式塗裝機，將包含丙烯酸系聚胺酯樹脂之淋幕式塗佈處理用之塗佈液滴灑至軟質配線基板30上之所期望之區域，從而

形成塗佈膜。

【0081】

再者，本實施形態之LED照明片20並不限於上述方法，亦可藉由製造先前公知之LED晶片用之軟質配線基板、及於其上安裝LED晶片所成之各種LED模組之公知之方法而製造。

【0082】

(植物育成工廠及植物之育成棚)

圖8係模式性表示使用本實施形態之LED照明片20之植物育成工廠90的構成之圖。植物育成工廠90具備：建築物91；及複數個植物之育成棚80，其等配置於建築物91內部。

【0083】

如圖9所示，植物之育成棚80具有：複數根(4根)支柱82；及複數個基板81，其等沿著支柱82分別於上下方向上隔開間隔而配置。於除了最上段之基板81以外之各基板81之上表面，設置有用以栽培植物PL之培地區域。除了最下段之基板81以外之各基板81之下表面相對位於該基板81下方之基板81構成頂棚面，且並聯配置有LED照明片20。於該情形時，控制部40配置於距LED照明片20充分遠之地方。因此，有位於距控制部40較近之位置之植物PL與位於距控制部40較遠之位置之植物PL之間因來自控制部40之熱而生長產生不均之虞。又，由基板81、及安裝於基板81下表面側之LED照明片20，構成植物之育成棚用之棚板83。或者，由基板81、及安裝於基板81下表面側之LED照明模組10，構成植物之育成棚用之棚板83。於本實施形態中，亦提供此種植物之育成棚用之棚板83(圖9)、植物之育成棚80(圖9)、及具備植物之育成棚80之植物育成工廠90(圖8)。

【0084】

因本實施形態之LED照明片20具有可撓性與輕量性，故LED照明片20向各基板81之下表面之安裝能較先前之直管型照明裝置等之安裝容易地進行。進而，因LED照明片20具有可撓性，故能將LED照明片20安裝於具有各種尺寸及形狀之頂棚。其結果，本實施形態之LED照明片20能應用於各種植物之育成棚80及植物育成工廠90。

【0085】

又，LED照明片20與先前之直管型照明裝置相比，已被薄型化。藉此，能縮窄上下方向之基板81之間隔，從而能增加各植物之育成棚80中包含之基板81之數量。其結果，能增加每單位面積之植物PL之收穫量。

【0086】

再者，如圖10(a)、(b)所示，LED照明片20亦可不僅配置於基板81之下表面，亦配置於基板81之側面側。該側面側之LED照明片20自位於上方之基板81向位於該基板81下方之基板81垂下。於該情形時，如圖10(a)所示，LED照明片20亦可到達位於下方之基板81。或者，如圖10(b)所示，LED照明片20亦可不到達位於下方之基板81，而僅覆蓋位於上下基板81之間之空間之上部側。藉由如此地將LED照明片20進而亦配置於基板81之側面側，能補充照度易於變弱之基板81之周緣之光量，從而使LED照明片20之亮度於面內均勻。其結果，能使植物之成長於面內均勻，從而能提高被育成之植物之產量。

【0087】

又，亦可如圖11所示，將光反射片84亦配置於棚板83之側面側。光反射片84至少於內側(面向植物之側)包含鋁片等光反射性材料。該光反射

片84自位於上方之棚板83向位於該棚板83下方之棚板83垂下。藉由如此地將光反射片84配置於棚板83之側面側，能補充照度易於變弱之棚板83之周緣之光量，從而使LED照明片20之亮度於面內更均勻，由此能提高被育成之植物之產量。

【0088】

(本實施形態之作用)

其次，對具有此種構成之本實施形態之作用進行陳述。

【0089】

首先，將LED照明模組10之電力輸入部41(參照圖2)連接於電源，而向電力輸入部41供給例如具有100 V至240 V之任意電壓之交流電流。其次，藉由AC/DC轉換器42將輸入至電力輸入部41之電流轉換成定壓(例如44 V)之直流電壓。繼而，於PWM控制部43中，對來自AC/DC轉換器42之直流電壓調整定電壓波形之脈衝寬度，以使LED晶片21成為特定之光通量之方式進行控制。其後，將來自PWM控制部43之定電壓供給至LED照明片20，從而LED晶片21點亮。

【0090】

來自LED照明片20之LED晶片21之光到達配置於棚板83上之植物，促進植物之成長。本實施形態中，於LED照明片20之下方區域中與LED晶片21相距50 mm之任意位置，對光合光量子通量密度(PPFD)進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值為0.2以上。藉由如此地提高與LED晶片21相距50 mm之任意位置之PPFD，能提高LED照明片20之亮度，促進配置於棚板83上之植物之成長。

【0091】

另一方面，本案發明者等人發現：若僅提高LED照明片之亮度，則尤其是於植物之育成後期階段，育成速度會不均，反而導致生長不良增加。具體而言，存在如下情形：於植物之育成後期階段，一部分植物未被充分育成，或一部分植物發生被稱為缺鈣症之育成障礙。認為其原因在於，於植物之育成後期階段，植物之葉接近上方之LED照明片，因此距LED晶片較近之植物被供給大量光，而另一方面，距LED晶片較遠之植物未被充分供給光，從而於該等植物之間，育成速度產生差異。

【0092】

相對於此，本實施形態中，於LED照明片20之下方區域中與LED晶片21相距50 mm之複數個位置所測定出之PPFD之不均以藉由平均值進行標準化時之標準偏差表示，為0.5以下。藉由如此地降低距LED晶片21較近之位置(即，與LED晶片21相距50 mm之位置)之PPFD之不均，而使LED照明片20之下方之來自LED晶片21之光量均勻。

【0093】

藉由如此地降低與LED晶片21相距50 mm之位置之PPFD之不均，能使來自LED晶片21之光之照射量於面內均等，從而消除LED照明片20之下方區域之光之照射量不足之處(參照圖12(a))。即，於本實施形態中，LED照明片20之LED晶片21彼此之配置於面內大致均勻，因此尤其能使植物之育成後期之植物之育成速度於面內均勻。又，來自LED晶片21之光之照射量過剩之處亦消失，因此亦能抑制植物發生被稱為缺鈣症之成長障礙。

【0094】

另一方面，作為比較例，使用排列有直管型LED之LED燈條120之情

形時(參照圖12(b))，於LED燈條120之下方，亮度於面內不均，因此有植物之育成速度亦於面內不均之虞。即，排列有直管型LED之LED燈條120因LED燈條120彼此之間分離，故存在光源至植物之距離越近則PPFD之不均越大之傾向。例如，於LED燈條120彼此之間且距LED燈條120較近之區域，存在亮度不充分之區域D。該情形時，於植物之育成後期，一部分植物存在於亮度不充分之區域D。反之，亦有與LED燈條120過於接近之植物受到過剩之光照射之虞。為了應對此種問題，於LED燈條120中，需確保植物與照明之間之距離較大，其結果，需確保上下之棚間距離較寬。

【0095】

相對於此，根據本實施形態，降低與LED晶片21相距50 mm之位置之PPFD之不均，藉此能抑制因光之亮度不足而導致育成遲緩之植物之產生、或因光之亮度過剩而導致出現缺鈣症之植物之產生。又，根據本實施形態，無需確保植物與LED晶片21之間之距離較大，因此能拉近上下之棚板83之間之距離，從而能實現省空間化。

【0096】

又，根據本實施形態，LED晶片21串聯配置有10個以上，該LED晶片21之行並聯配置有4行以上。藉此，能使LED晶片21於面內均勻配置並且將LED晶片21之排列並聯化，從而分散LED晶片21破損時之風險。

【0097】

又，根據本實施形態，LED晶片21由透明保護膜35覆蓋，因此能於育成植物時保護LED晶片21避開飛散之水分。

【0098】

又，根據本實施形態，LED照明片20之最厚部分之厚度為5 mm以

下，因此能減小植物之育成棚80之上下之基板81之間之距離，從而增加基板81之數量，藉此增加每單位面積之植物之產量。

【0099】

[實施例]

其次，對本實施形態中之具體實施例進行說明。

【0100】

(LED照明片之製作)

分別按照以下所述準備實施例1、2之育成棚及比較例1、2之育成棚。

【0101】

(實施例1)

於尺寸為560 mm×390 mm之膜基板(聚蔡二甲酸乙二酯，厚度為50 μm)之一表面積層用以形成金屬配線部之銅箔(厚度為35 μm)，其後，對金屬配線用之銅箔進行蝕刻處理，從而於所有實施例及比較例中構成相同圖案之金屬配線部。然後，使用以胺基甲酸酯系樹脂作為基底樹脂且向該基底樹脂中以20質量%之比率添加氧化鈦而成之絕緣性油墨，藉由網版印刷於基板膜及金屬配線部上形成厚度為10 μm 之光反射性絕緣保護膜。其次，將複數個LED晶片(「NFSW757G-V2」(日亞化學工業公司製造))以於X方向上按40 mm間距排列、於Y方向上按35 mm間距排列，且每14個為一行地配置10行之方式，藉由焊料加工安裝於金屬配線部。進而，藉由噴塗法形成上述絕緣性保護膜、及被覆LED晶片之透明保護膜。按照以上所述製作出之LED照明片係總光通量為3950 lm、總投入電力為72 W、自LED晶片照射之光之色溫為5000 K者。將2片該LED照明片配置於育成棚

之基板之下表面，製成實施例1之育成棚。

【0102】

(實施例2)

將除了把光反射片(參照圖11)設置於棚板之側面側以外其他與實施例1同樣地進行製作而獲得之育成棚作為實施例2之育成棚。

【0103】

(比較例1)

將2根市售之排列有直管型LED之LED燈條(「TECO-L40N1-50NH-T8」(東神電氣股份有限公司製造))配置於育成棚之基板之下表面，製成比較例1之育成棚。於該情形時，LED燈條係總光通量為2300 lm、投入電力為46 W、所照射之光之色溫為5000 K者。

【0104】

(比較例2)

將除了把光反射片(參照圖11)設置於棚板之側面側以外其他與比較例1同樣地進行製作而獲得之育成棚作為比較例2之育成棚。

【0105】

對於實施例1、2及比較例1、2之育成棚，分別測定光合光量子通量密度(PPFD)。該情形時，對於實施例1、2，藉由調光裝置將總投入電力調整成與比較例1、2相等，再分別於LED照明片之下方區域中包含之複數處(合計24處)測定PPFD。又，對於比較例1、2之育成棚，亦於與實施例1、2之情形時相同之區域中包含之複數處(合計24處)測定PPFD。再者，光合光量子通量密度(PPFD)係藉由光量子計(美國LI-COR公司製造，光量子感測器LI-190R及測光表LI-250A)而測定。該情形時，對於實施例

1、2及比較例1、2之育成棚，分別於與LED晶片相距50 mm之處及與其相距200 mm之處測定PPFD，進行投入電力換算後分別算出藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值。又，分別對與LED晶片相距50 mm之處及與其相距200 mm之處，藉由平均值將測定PPFD所得之值標準化，算出標準偏差，將其作為PPFD之不均。

【0106】

繼而，使用實施例1、2及比較例1、2之育成棚，實際栽培植物(極早生品種)。其後，測定生物量(g/m²)作為所培育之植物之育成量，並將其除以投入電力，藉此算出每單位投入電力之生物量(g/m²/W)。該生物量之測定係根據栽培結束後之西生菜之外觀評價將缺鈣症(病葉早枯)部去除之形式，逐個栽培板地計測地上生物量，並藉由按每平米之重量計算而算出。以上之評價結果見表1所示。

【0107】

[表1]

	實施例1	實施例2	比較例1	比較例2
光反射片	無	有	無	有
總光通量(lm)	2600	2600	2300	2300
總投入電力(W)	46	46	46	46
色溫(K)	5000	5000	5000	5000
經投入電力換算後藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值(200 mm)	0.31以上	0.44以上	0.37以上	0.36以上
PPFD之不均(200 mm)	0.24	0.20	0.21	0.21
經投入電力換算後藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值(50 mm)	0.23以上	0.24以上	0.16以上	0.24以上
PPFD之不均(50 mm)	0.35	0.23	0.83	0.84
每單位投入電力之生物量(g/m ² /W)	1.61	1.67	1.46	1.50
缺鈣症之發生	少	少	多	多

【0108】

如上述表1所示，於將實施例1、2之育成棚與比較例1、2之育成棚加以比較之情形時，與LED晶片相距200 mm之處之PPFD之不均未見較大差異，但與LED晶片相距50 mm之處之PPFD之不均較大。如此，於使用LED照明片(實施例1、2)之情形時，與使用排列有直管型LED之LED燈條(比較例1、2)之情形時相比，能降低距光源較近之位置之PPFD之不均。

【0109】

又，於使用實施例1、2之育成棚之情形時，與使用比較例1、2之育成棚之情形時相比，能增加每單位投入電力之植物之生物量。進而，於使用實施例1、2之育成棚之情形時，與使用比較例1、2之育成棚之情形時不同，缺鈣症之發生方面可見差異。如此，於使用實施例1、2之育成棚之情形時，與使用比較例1、2之育成棚之情形時相比，與LED晶片相距50 mm之處之PPFD之不均降低，因此光源正下方之光強度不均變小，與光強度成正比地增加之缺鈣症之發生得到抑制，要加以去除之不良部變少，因此認為其使得生產性較高。

【0110】

亦可視需要將上述實施形態及變化例中所揭示之複數個構成要素適當組合。或者，亦可自上述實施形態及變化例所示之全部構成要素刪除若干構成要素。

【符號說明】**【0111】**

10:植物育成用之LED照明模組

20:LED照明片

21:LED晶片
22:金屬配線部
22A:第1金屬配線部
22B:第2金屬配線部
30:軟質配線基板
31:基板膜
32:金屬配線部
32A:金屬箔
33:接著劑層
34:光反射性絕緣保護膜
35:透明保護膜
36:焊料部
37:蝕刻遮罩
40:控制部
41:電力輸入部
42:AC/DC轉換器(驅動器)
43:PWM控制部
44A:第1連接器
44B:第2連接器
45:調節器
46:電力供給線
80:植物之育成棚
81:基板

82:支柱

83:植物之育成棚用之棚板

84:光反射片

90:植物育成工廠

120:LED燈條

200:LED照明片

A1:區域

A2:區域

D:區域

PL:植物

R:LED晶片之行

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種動植物育成用之LED照明片，其排列有複數個LED晶片，且具備：

硬質基板；

金屬配線部，其形成於上述硬質基板之表面；

光反射性絕緣保護膜，其形成於上述金屬配線部上；及

透明保護膜，其形成為覆蓋上述光反射性絕緣保護膜及上述複數個LED晶片；其中

上述複數個LED晶片係安裝於上述金屬配線部；

於上述動植物育成用之LED照明片之下方區域中與上述LED晶片相距50 mm之任意位置，對光合光量子通量密度進行投入電力換算並藉由下方區域之平均值加以標準化所得之值為0.2以上，

於上述動植物育成用之LED照明片之下方區域中與上述LED晶片相距50 mm之位置所測定出之光合光量子通量密度之不均係：以平均值進行了標準化時之標準偏差為0.5以下，

上述複數個LED晶片係沿第1排列方向及第2排列方向排列，上述第1排列方向上之上述LED晶片彼此之間隔為37 mm以上50 mm以下，上述第2排列方向上之上述LED晶片彼此之間隔為37 mm以上100 mm以下，

上述光反射性絕緣保護膜係：包含白色顏料，並且波長400 nm以上780 nm以下之光線平均反射率均為65%以上，

上述金屬配線部之厚度為10 μm 以上50 μm 以下，

上述透明保護膜之厚度為10 μm 以上40 μm 以下。

【請求項2】

如請求項1之動植物育成用之LED照明片，其中最厚部分之厚度為5 mm以下。

【請求項3】

一種動植物育成用之LED照明模組，其具備：

如請求項1之動植物育成用之LED照明片；及

控制部，其電性連接於上述動植物育成用之LED照明片。

【請求項4】

一種動植物之育成棚用之棚板，其具備：

基板；及

安裝於上述基板之如請求項1之動植物育成用之LED照明片或如請求項3之動植物育成用之LED照明模組。

【請求項5】

一種動植物之育成棚，

其具備棚板，且

上述棚板具備安裝於基板下表面側之如請求項1之動植物育成用之LED照明片或如請求項3之動植物育成用之LED照明模組。

【請求項6】

如請求項5之動植物之育成棚，其中於上述棚板之側面側配置有光反射片。

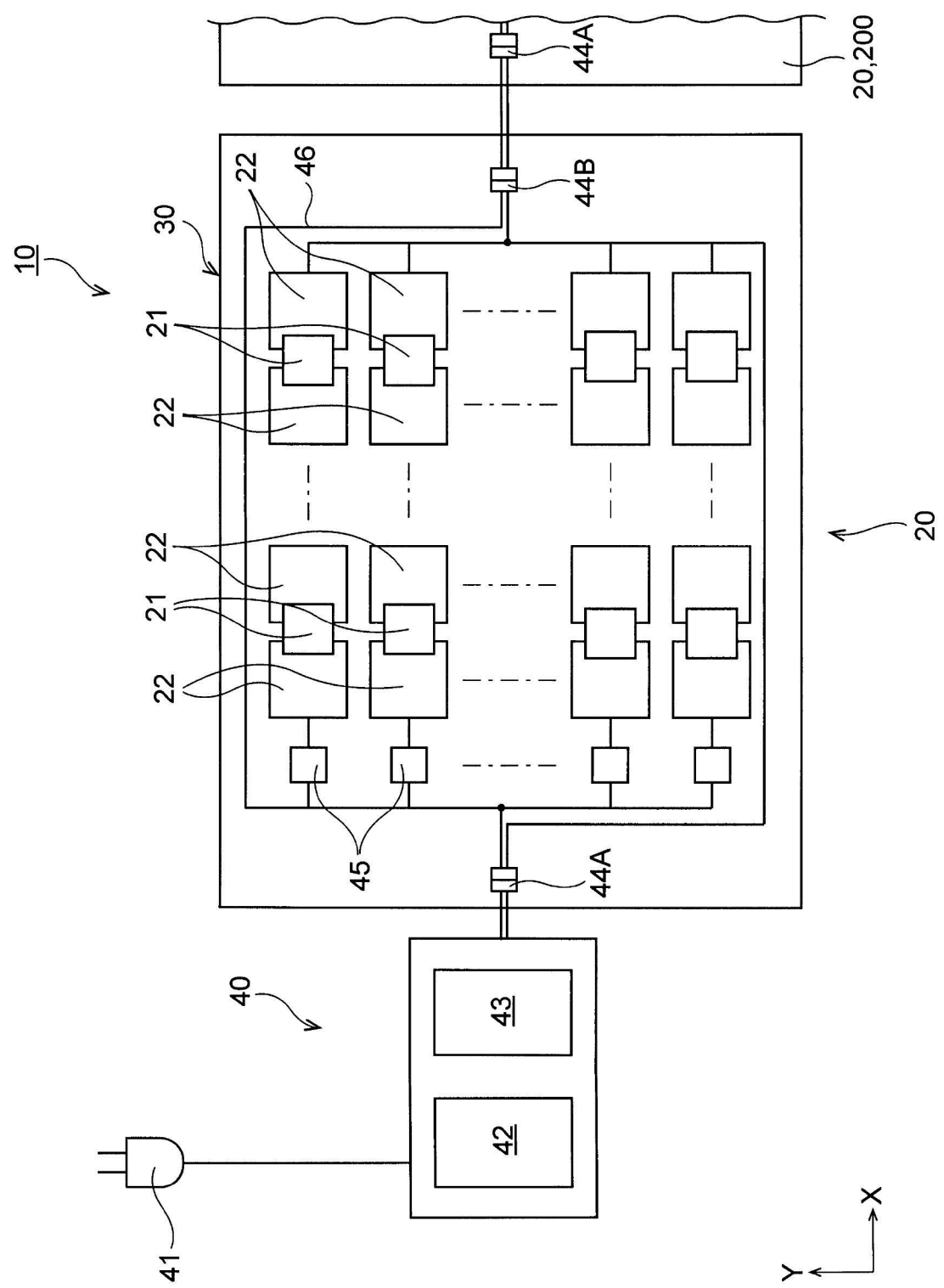
【請求項7】

一種動植物育成工廠，其具備：

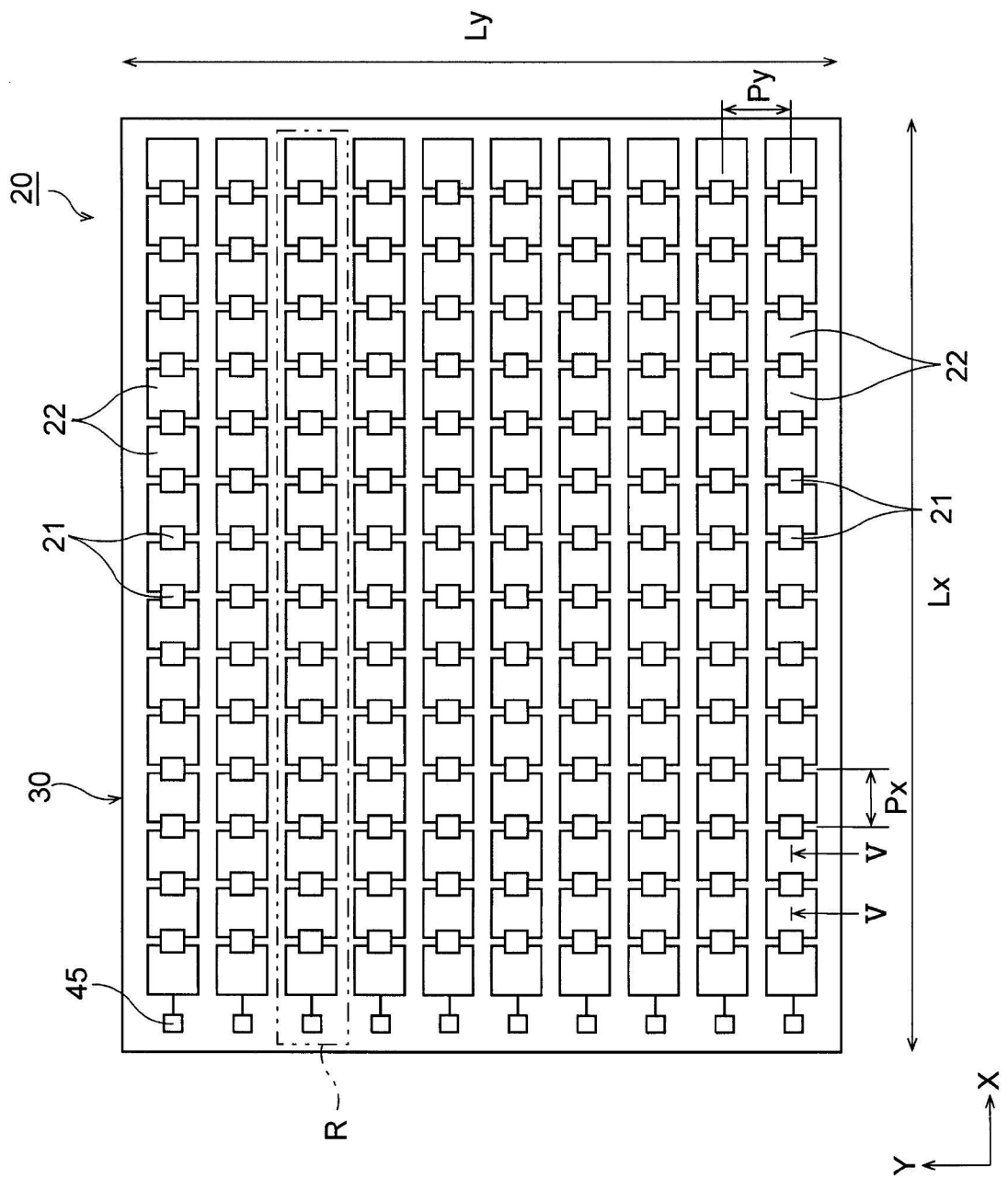
建築物；及

如請求項5之動植物之育成棚，其配置於上述建築物內部。

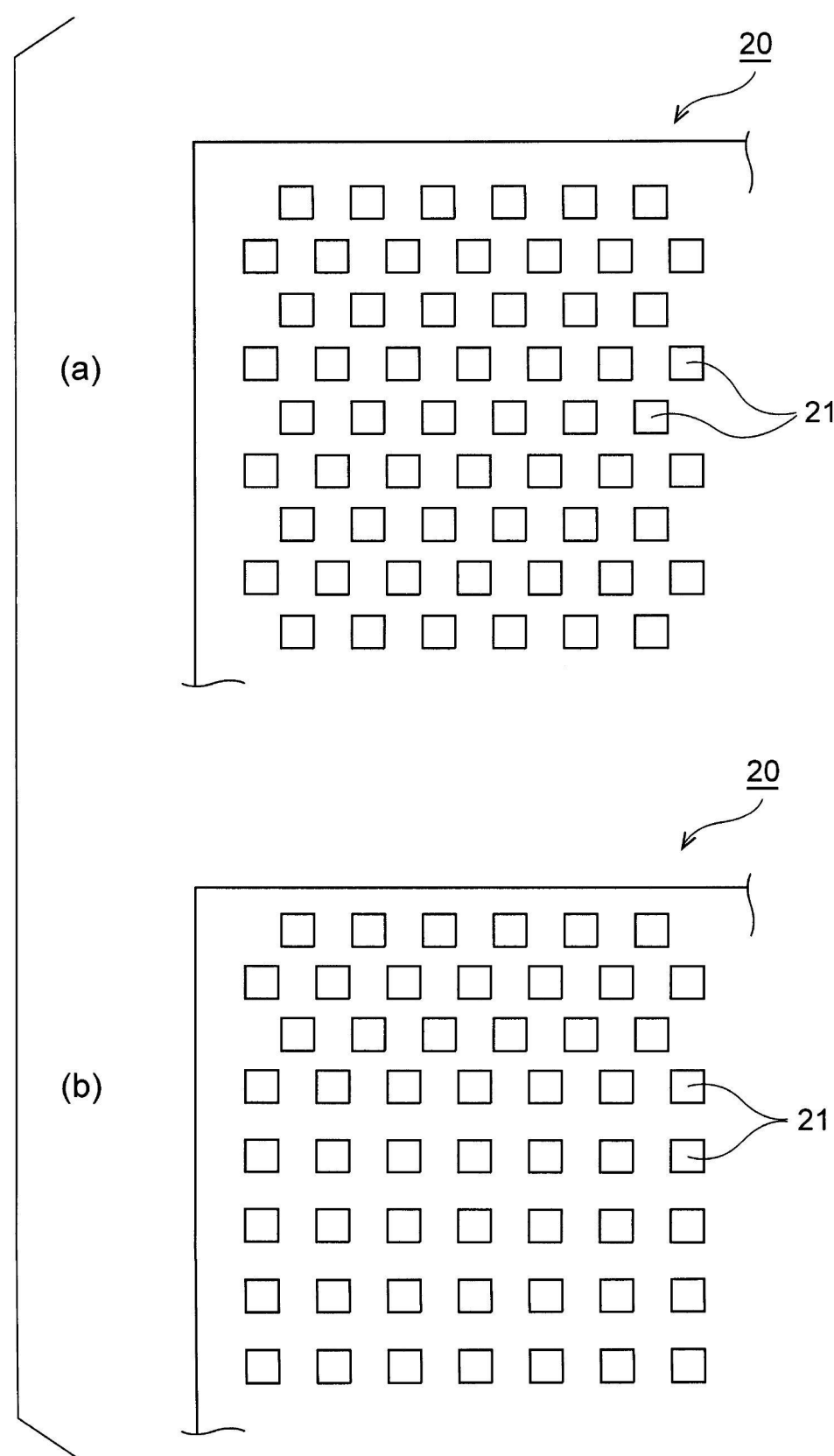
【發明圖式】



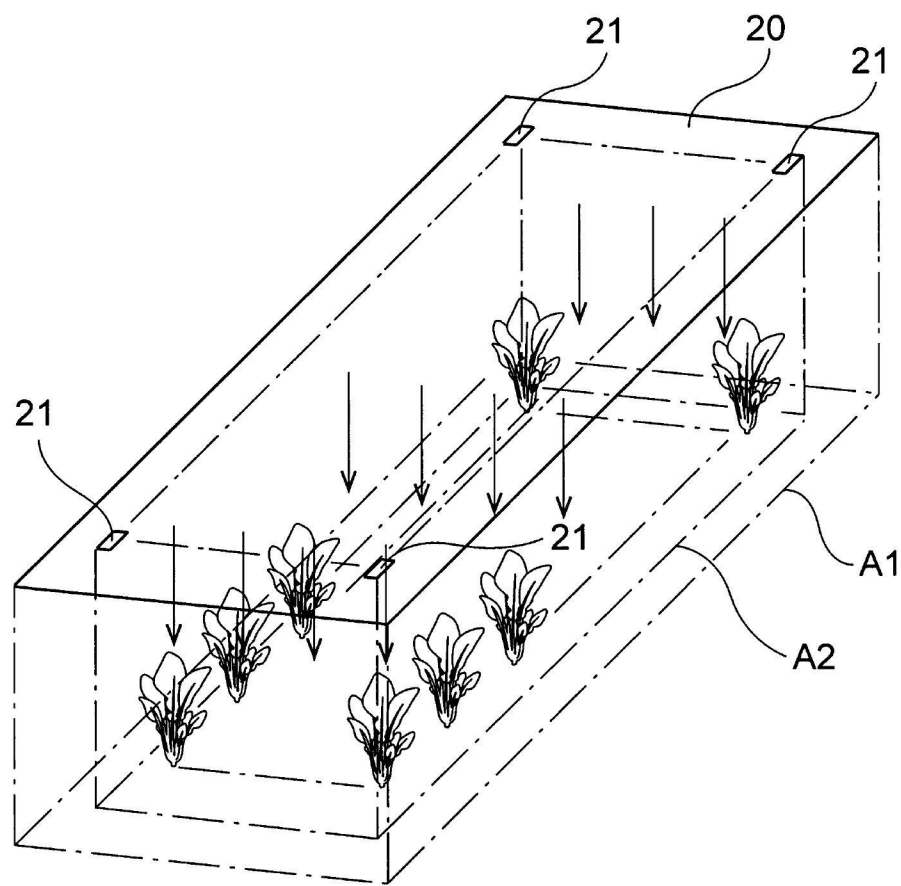
【圖1】



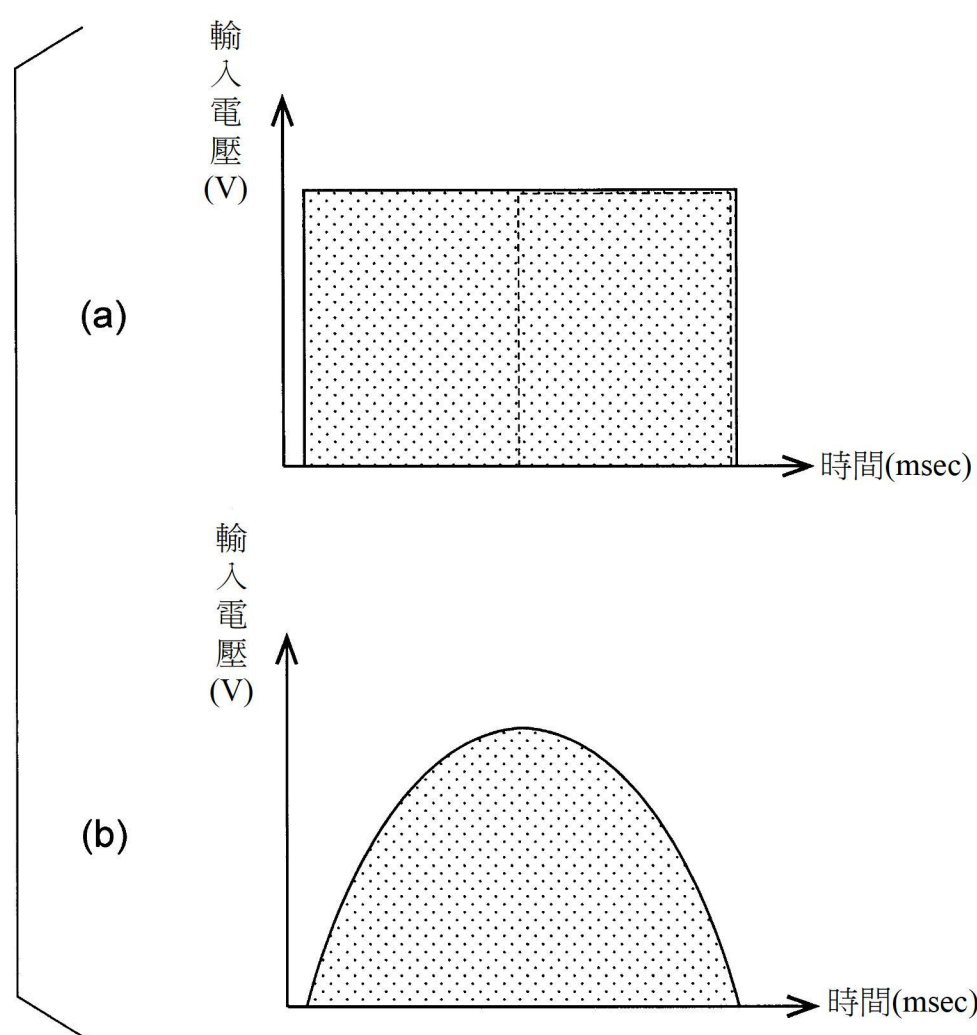
【圖2】



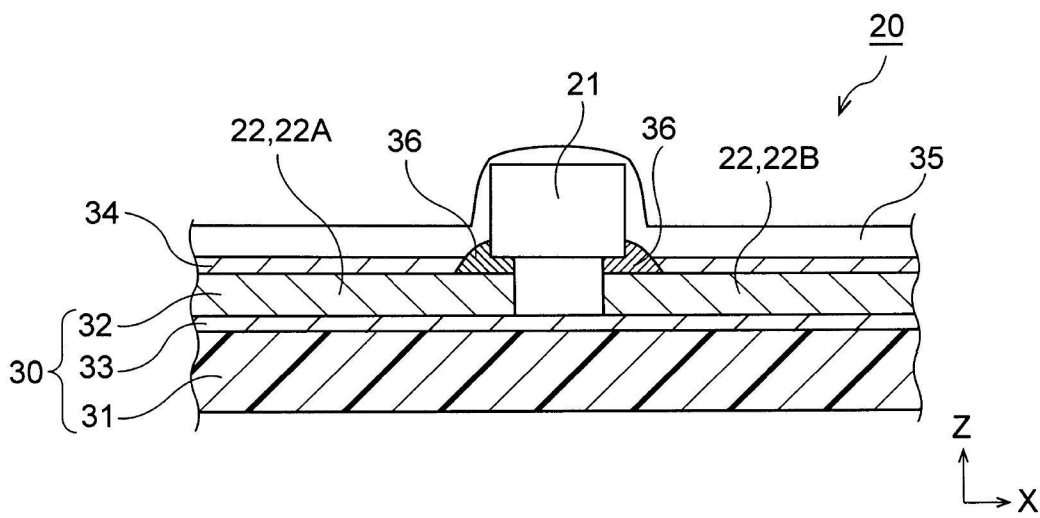
【圖3】



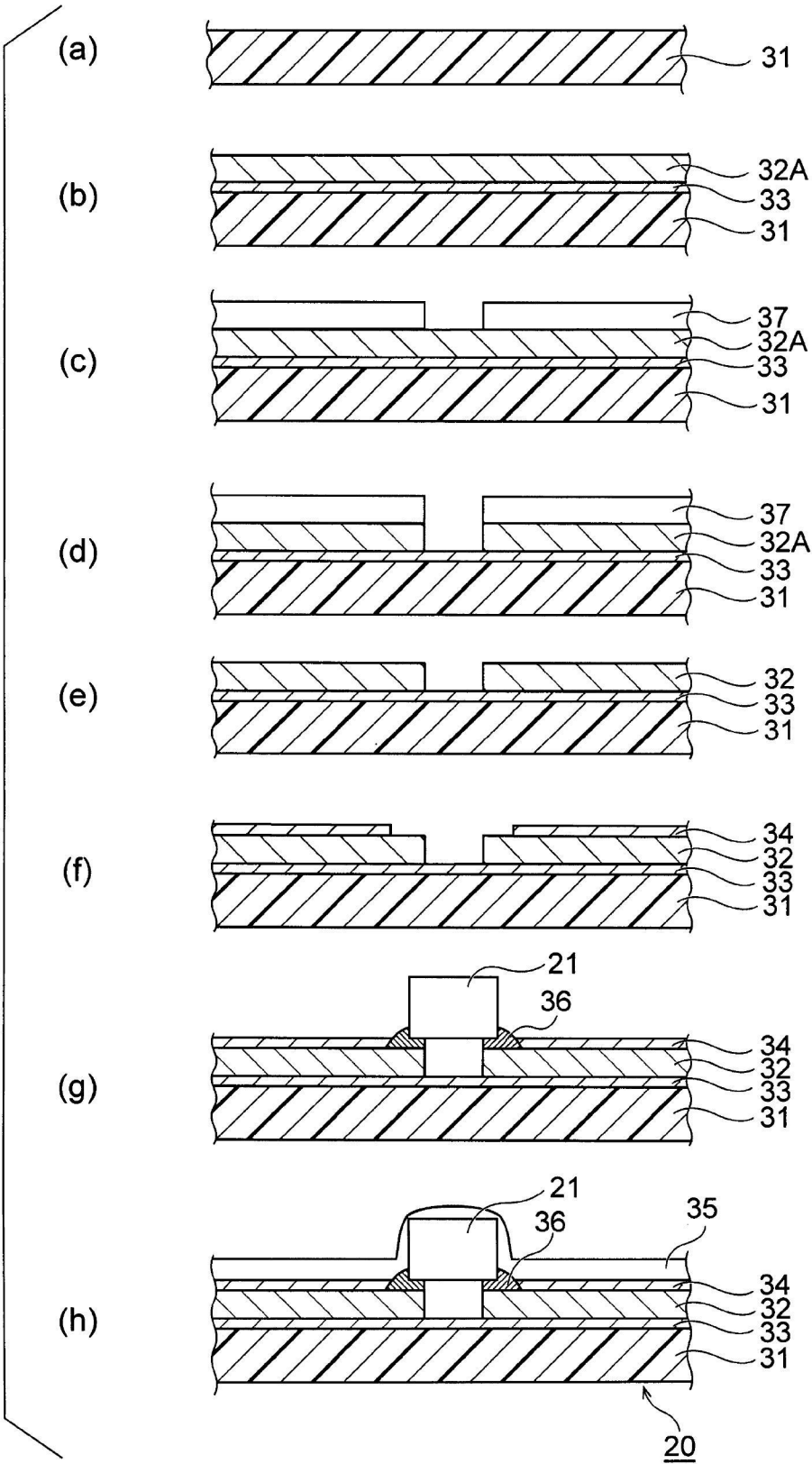
【圖4】



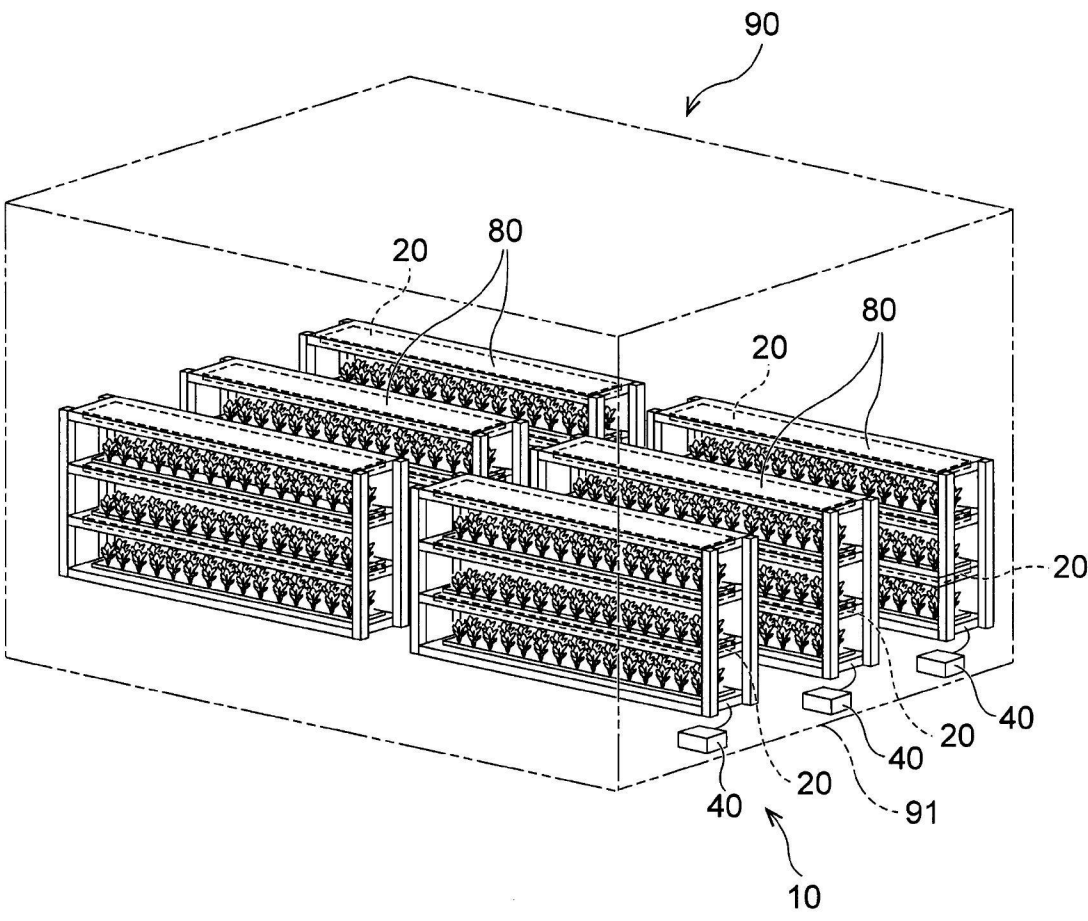
【圖5】



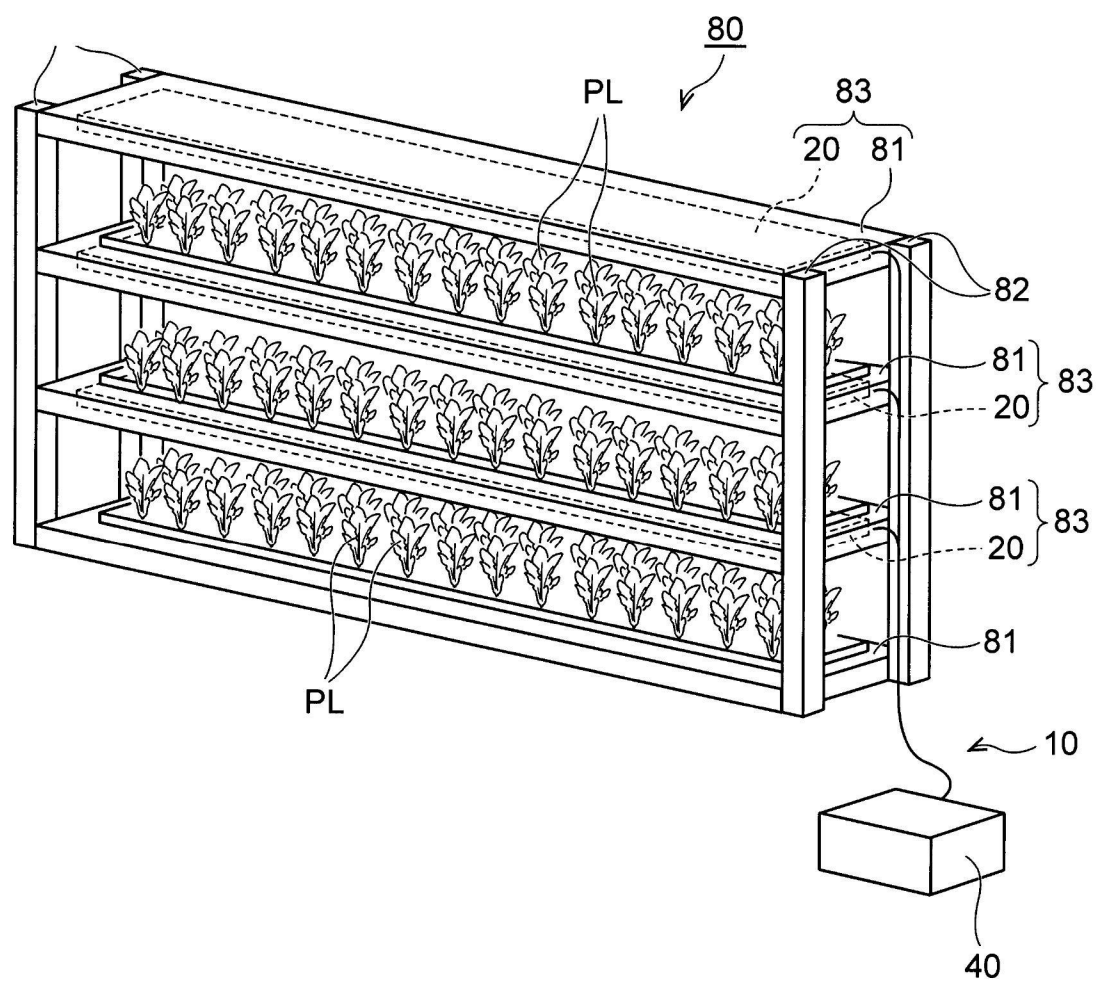
【圖6】



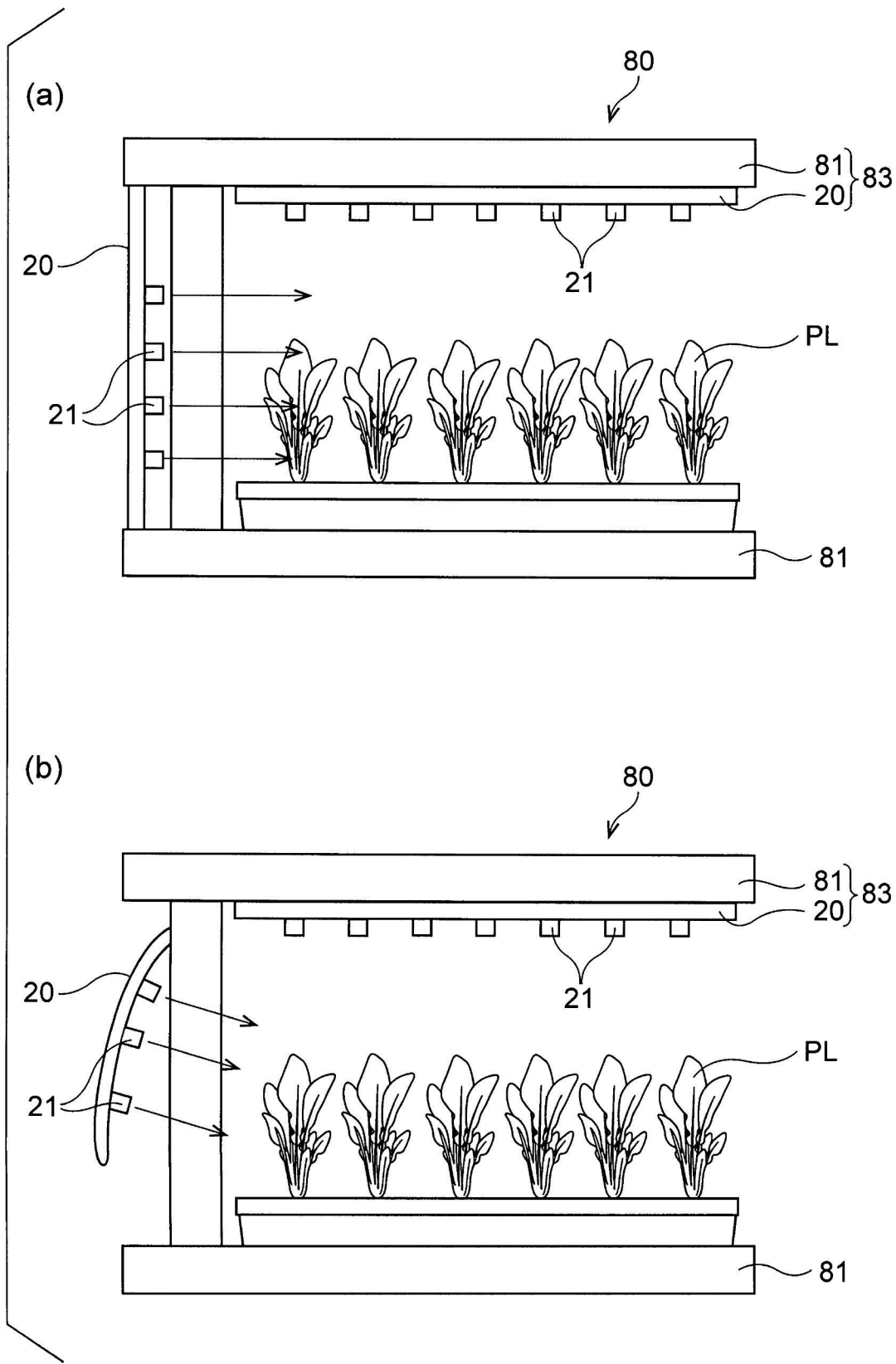
【圖7】



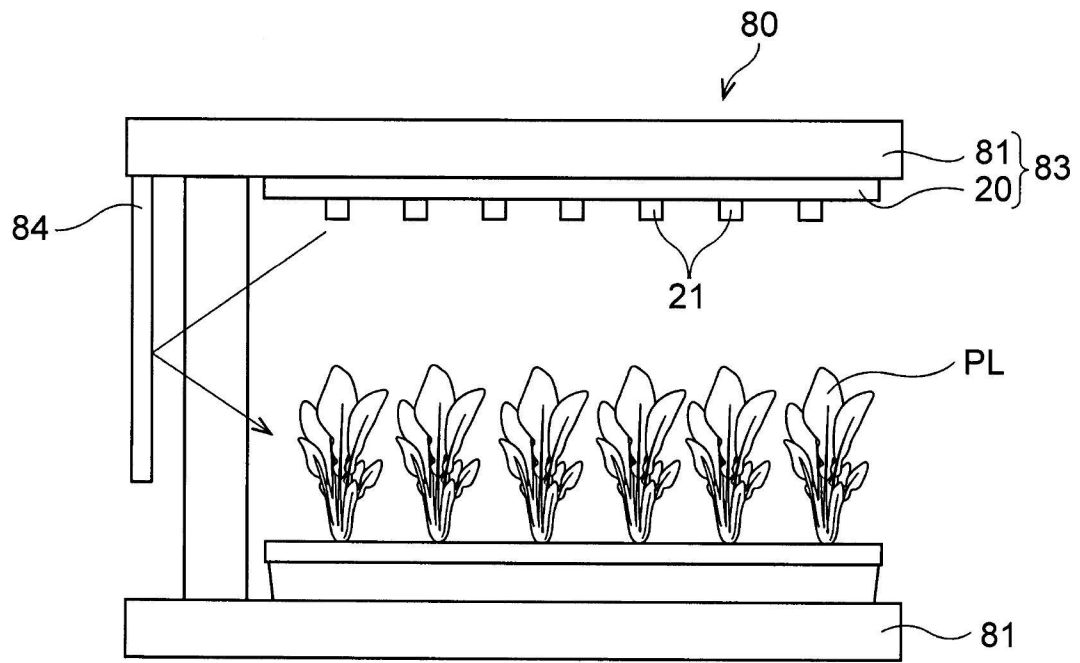
【圖8】



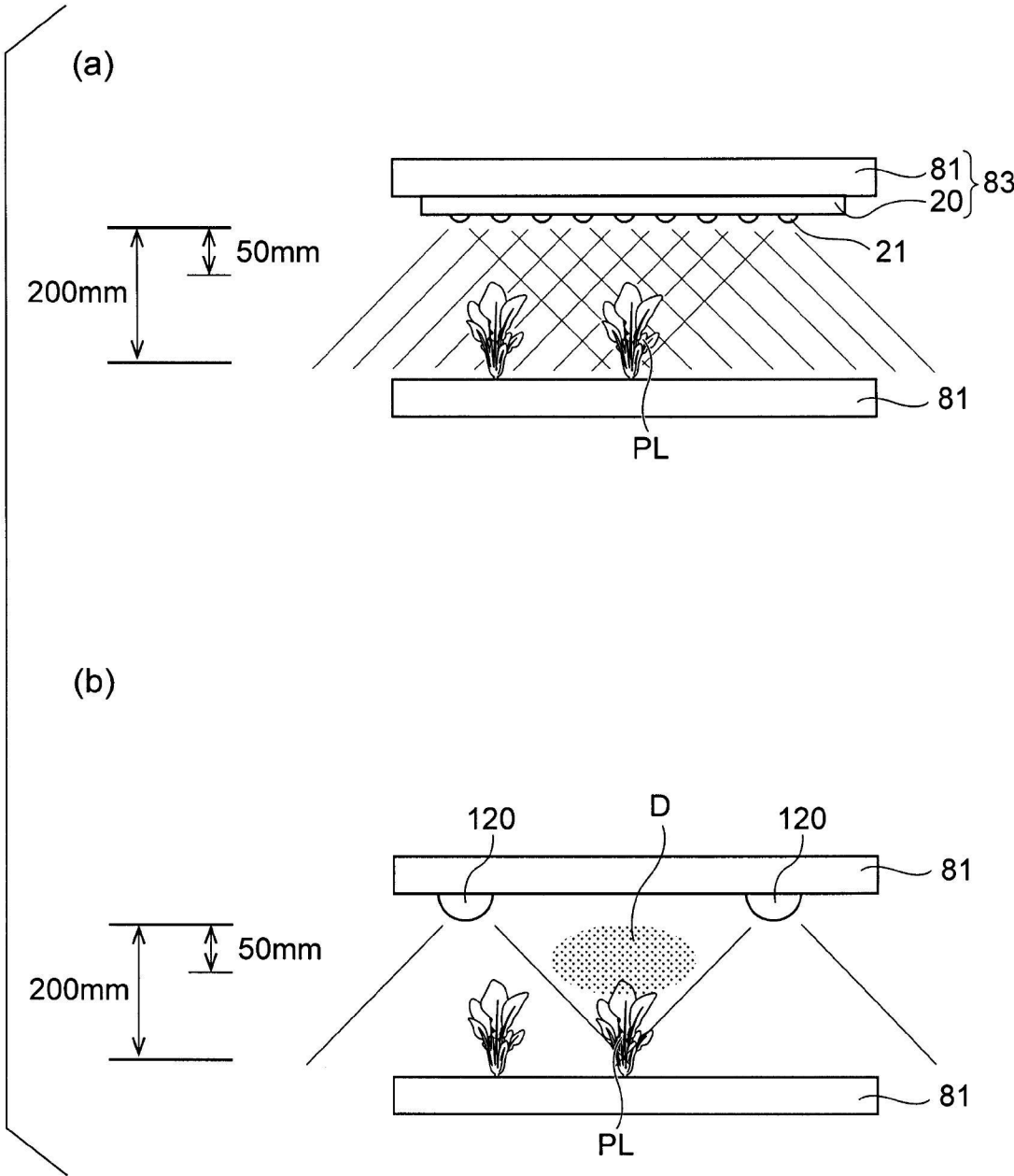
【圖9】



【圖10】



【圖11】



【圖12】