

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

光學標記讀取器

OPTICAL MARK READER

【著作權聲明】

【0001】 ©2015Electro Scientific Industries 公司本專利文件之揭示內容之一部分包含受著作權保護之材料。著作權所有人並不反對任何人對如出現於專利及商標局之專利檔案或記錄中之專利文件或專利揭示內容之複製再現，但除此之外任何情況下保留所有著作權。37 CFR § 1.71(d)。

【相關申請案】

【0002】 本申請案係 2014 年 8 月 6 日申請之美國專利申請案第 62/033,989 號之一非臨時申請案，該案之內容之全文為了所有目的以引用的方式併入本文中，且本申請案係 2014 年 2 月 28 日申請之美國專利申請案第 14/194,455 號之一部分接續，該案之內容之全文為了所有目的以引用的方式併入本文中。

【技術領域】

【0003】 本申請案係關於光學讀取器，且特定言之，係關於用於讀取光學標記（諸如對一人眼不可見之標記）之系統及方法。

【發明背景】

【0004】 二維識別(2DID)碼(諸如快速回應(QR)碼及 GS1 DataMatrix (DM) 碼) 係廣泛地用於產品追蹤及提供各種資訊之一矩陣條碼之類型。QR 碼包含在一淺色背景下配置於一方格內之填充之深色正方形(黑色正方

形)且適於藉由一成像裝置(諸如一相機)之高速擷取。在此等碼中,各正方形表示一資料點。典型方格圖案在從每列或每行 11 個正方形至 177 個正方形之範圍中。獲取影像之水平及垂直分量中之圖案可顯露或啟動(諸如)用於商業追蹤、娛樂及交通票務、產品標示、產品營銷、行動電話標籤、優惠券、顯示文字、添加電子卡聯繫人資訊、打開一 URL 或 URI 或撰寫電子郵件或文字訊息之寫碼資訊。QR 碼由一 ISO 標準涵蓋,且其使用係免授權。QR 碼產生網站及應用程式廣泛地可用,因而使用者可產生及列印其等自身 QR 碼以供其他者掃描。(參閱 http://en.wikipedia.org/wiki/QR_code。)一例示性 QR 碼展示於圖 1 中。

【0005】 GS1 DataMatrix 碼亦由若干 ISO 及 IEC 標準(諸如 15424 及 15459)涵蓋且對於許多應用程式係免授權。參閱 http://en.wikipedia.org/wiki/Data_Matrix。GS1 DataMatrix 碼產生資源亦廣泛地可用。使用 <http://datamatrix.kaywa.com> 產生之一例示性 GS1 DataMatrix 碼展示於圖 2 中。

【0006】 存在用於在多種材料上及以許多不同大小標記此等 DM 或 2DID 碼之方法,其中 2DID 碼之整個圖案大於 500 微米(μm)。例如,一些 2DID 碼可使用傳統列印技術列印於標示上,刻印於金屬中及雕刻於墓碑石中。

【0007】 光碼讀取器可用於從支援此等光碼之外部表面讀取該等光碼。寫碼及解碼方案一般較強健且包含嵌入之循環冗餘檢查(CRC)誤差校正,其確保資料完整性以用於準確列印之碼。例如,用於寫碼及解碼某些類型之此等 2DID 碼之國際標準可在

http://www.gs1.org/docs/gsmf/barcodes/GS1_General_Specifications.pdf 中發現。
但是，若 2DID 碼包含列印誤差或不一致，則 2DID 碼可能解碼起來困難得多（若不是不可能）。

【發明內容】

【0008】 提供本發明內容以按簡化形式引入例示性實施例之詳細描述中進一步描述之概念之選擇。本發明內容並非易欲識別主張之標的之關鍵或本質發明概念，或並非易欲限制主張之標的之範疇。

【0009】 在一些實施例中，一二維碼由具有一對比背景之一基板上或內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點。

【0010】 在一些替代、額外或累積實施例中，一種用於利用一二維識別碼標記一基板之方法包括產生雷射脈衝且在該基板處導向該等雷射脈衝以在該基板上或內形成一點散佈，其中該點散佈表示該二維碼且包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點。

【0011】 在一些替代、額外或累積實施例中，一種用於在一工件之一基板上或內利用一二維識別碼標記一基板之雷射微加工系統，其中該二維碼包含一陣列之幾何形狀區域，其中指定該等幾何形狀區域之一些且未指

定該等幾何形狀區域之一些，該雷射微加工系統包括：一雷射，其用於沿著一束軸產生雷射脈衝；一工件支撐系統，其用於移動該工件；一束定位系統，其用於朝著該工件導向該束軸，使得一雷射脈衝可操作以在該基板上標記一點；及一控制器，其用於協調該工件支撐系統及該束定位系統之相對移動，且用於針對表示該等指定幾何形狀區域之該等群組之點實施該二維碼之指定幾何形狀區域至該基板上之相對位置之轉換。

【0012】 在一些替代、額外或累積實施例中，一種用於讀取具有第一及第二相對表面之一基板內之一二維識別碼之方法包括：將光朝著該基板之一第一表面導向，其中該光具有一波長且其中該基板對該波長透明，其中該二維碼由該基板內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點，其中該光之一第一部分由該等點阻擋，且其中該光之一第二部分穿過超出該等點且傳播通過該基板之該第二表面；放大傳播通過該基板之該第二表面之該光之該第二部分；利用一成像器使傳播通過該基板之該第二表面且放大之該光之該第二部分成像；分析該光之該第二部分之一影像及由該光之該第一部分之阻擋引起之陰影以決定該等點之散佈；及基於由該成像器成像之該等點之散佈決定該二維碼。

【0013】 在一些替代、額外或累積實施例中，一種用於讀取具有第一及第二相對表面之一基板內之一二維識別碼之方法包括：將光朝著該基板之該第一表面導向，其中該光具有一波長，且其中該基板及其第一表面對

該波長透明，其中該二維碼由該基板內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點，其中該光之一第一部分穿過超過該等點且在該第二表面處吸收，其中該第二表面或施覆於其上之一塗層對該波長具吸收性，且其中該光之一第二部分穿過超出該等點且通過該第一表面傳播通過該基板之該第二表面；放大傳播通過該第一表面之光之第二部分；利用一成像器使傳播通過該第一表面且放大之該光之該第二部分成像；分析該光之該第二部分之一影像及由該光之該第一部分之吸收引起之一黑色背景以決定該等點之散佈；及基於由該成像器成像之該等點之散佈決定該二維碼。

【0014】 在一些替代、額外或累積實施例中，一種用於讀取具有第一及第二相對表面之一基板內之一二維識別碼之方法包括：將光朝著該基板之該第一表面導向，其中該光具有一波長，且其中該基板及其第一表面對該波長透明，其中該二維碼由該基板內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點，其中該光之一些穿過超出該等點且藉由該第二表面變為反射光，其中第二表面或施覆於其上之一塗層對該波長具反射性，其中該反射光之一第一部分由該等點阻擋且其中該反射光之一第二部分穿過超出該等點且傳播通過該基板之該第一表面；放大傳播通過該第一表面之反射

光之第二部分；利用一成像器使傳播通過基板之第二表面且放大之該反射光之該第二部分成像；分析該反射光之該第二部分之一影像及由該反射光之該第一部分之阻擋引起之陰影以決定該等點之散佈；及基於由該成像器成像之該等點之散佈決定該二維碼。

【0015】 在一些替代、額外或累積實施例中，該代表性幾何形狀係一矩形幾何形狀，且該等第一及第二群組之點經定位以表示該矩形幾何形狀之隅角。

【0016】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等第一及第二群組之點各包含一偶數數量之點。

【0017】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等第一及第二群組之點各包含一奇數數量之點。

【0018】 在一些替代、額外或累積實施例中，表示該二維碼之該點散佈在離一人眼之大於或等於 25 mm 之一距離下對該人眼不可見。

【0019】 在一些替代、額外或累積實施例中，該陣列具有大於 50 微米之一陣列尺寸。

【0020】 在一些替代、額外或累積實施例中，該陣列具有大於 500 微米之一陣列尺寸。

【0021】 在一些替代、額外或累積實施例中，該陣列具有小於 500 微米之一陣列尺寸。

【0022】 在一些替代、額外或累積實施例中，該陣列具有小於 250 微米之一陣列尺寸。

【0023】 在一些替代、額外或累積實施例中，該陣列具有小於或等於

1 mm 之一陣列尺寸。

【0024】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等群組之點在離該人眼之大於或等於 25 mm 之一距離下對該人眼不可見。

【0025】 在一些替代、額外或累積實施例中，各點在離該人眼之大於或等於 25 mm 之一距離下對該人眼不可見。

【0026】 在一些替代、額外或累積實施例中，各點具有小於 35 微米之用於一主空間軸之一尺寸。

【0027】 在一些替代、額外或累積實施例中，各點具有一主空間軸之一點尺寸，且其中大於或等於該主空間軸之該點尺寸之四倍之一距離使該等點分離。

【0028】 在一些替代、額外或累積實施例中，幾何區域表示一 QR 碼中之正方形。

【0029】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等幾何區域表示一 GS1 DataMatrix 碼中之正方形。

【0030】 在一些替代、額外或累積實施例中，各點由一雷射脈衝或由一群組之雷射脈衝形成。

【0031】 在一些替代、額外或累積實施例中，各點由一雷射脈衝或一群組之雷射脈衝形成，各雷射脈衝具有短於或等於 50 ps 之一脈衝寬度。

【0032】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點係黑色且該基板係淺色。

【0033】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點製成淺色標記且該基板係黑色。

【0034】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點係黑色且該基板大體上對可見光透明。

【0035】 在一些替代、額外或累積實施例中，該基板對可見光不透明。

【0036】 在一些替代、額外或累積實施例中，該基板包括一結晶材料。

【0037】 在一些替代、額外或累積實施例中，該基板包括藍寶石。

【0038】 在一些替代、額外或累積實施例中，該基板包括一非結晶材料。

【0039】 在一些替代、額外或累積實施例中，該基板包括玻璃。

【0040】 在一些替代、額外或累積實施例中，該基板包括一塑膠。

【0041】 在一些替代、額外或累積實施例中，該基板包括鋁。

【0042】 在一些替代、額外或累積實施例中，雷射脈衝經導向以在形成一第二群組之點之前循序形成一第一群組之點。

【0043】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等雷射脈衝經導向以形成該第一群組中之一第二點之前形成第一及第二群組之各者中之一第一點。

【0044】 在一些替代、額外或累積實施例中，一束定位系統及一基板支撐系統協作以相對於該基板上之位置定位該等雷射束之該等點，且其中該等點至位置之定位準確性比 10 微米更差。

【0045】 在一些替代、額外或累積實施例中，其中一束定位系統及一基板支撐系統協作以相對於該基板上之位置定位該等雷射束之該等點，且其中該等點至位置之定位準確性比 5 微米更差。

【0046】 在一些替代、額外或累積實施例中，其中一束定位系統及一

基板支撐系統協作以相對於該基板上之位置定位該等雷射束之該等點，且其中該等點至位置之定位準確性比 1 微米更差。

【0047】 在一些替代、額外或累積實施例中，該群組之點提供大於或等於 5 之一信雜比。

【0048】 在一些替代、額外或累積實施例中，群組之點之間之間距或外部分離可表示信號振幅，且協調之束定位及工件支撐系統之不確定性或最大不準確性可表示雜訊。

【0049】 在一些替代、額外或累積實施例中，增加該等群組之點之間之該間距或外部分離以增加該信雜比。

【0050】 在一些替代、額外或累積實施例中，採用一控制器以針對該等群組之點將該二維碼之黑色正方形轉換為該基板上之各自位置。

【0051】 在一些替代、額外或累積實施例中，採用一控制器以針對該等群組之點將該二維碼之黑色正方形轉換為該基板上之各自位置。

【0052】 在一些替代、額外或累積實施例中，該陣列在一列或一行中包括至少 50 個幾何區域。

【0053】 在一些替代、額外或累積實施例中，該二維識別碼意欲為機器可讀。

【0054】 在一些替代、額外或累積實施例中，光源經定位以沿著橫穿該第一表面之一照明路徑傳播該光，其中該成像器及該光學系統沿著可操作以接收從該第二表面反射之該光之一成像路徑定位。

【0055】 在一些替代、額外或累積實施例中，第一電子電路分析由藉由點阻擋光引起之陰影。

【0056】 在一些替代、額外或累積實施例中，光源經定位以沿著橫穿該第一表面之一照明路徑傳播該光，其中該成像器及該光學系統沿著橫穿該第一表面且可操作以接收傳播通過該第一表面之該光之一成像路徑定位。

【0057】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點至少部分對該光具反射性，其中該第二表面或其上之一層至少部分對該光具吸收性，且其中第一電子電路分析從該等點反射之該光。

【0058】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點至少部分對該光具吸收性，其中該第二表面或其上之一層至少部分對該光具反射性，且其中該第一電子電路分析由藉由該等點阻擋該光引起之陰影。

【0059】 在一些替代、額外或累積實施例中，二維碼由基板內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，且其中幾何區域之一些包含一群組之點且幾何區域之一些缺少點。

【0060】 在一些替代、額外或累積實施例中，照明路徑以一垂直角橫穿第一表面。

【0061】 在一些替代、額外或累積實施例中，光源沿著大致上垂直於基板之第一表面之一照明軸定位。

【0062】 在一些替代、額外或累積實施例中，成像器沿著照明軸定位。

【0063】 在一些替代、額外或累積實施例中，光源沿著具有並非垂直於基板之第一表面之一入射角之一照明軸定位。

【0064】 在一些替代、額外或累積實施例中，該照明軸具有 1 度與 70 度之間之一入射角。

【0065】 在一些替代、額外或累積實施例中，該照明軸具有 10 度與 65 度之間之一入射角。

【0066】 在一些替代、額外或累積實施例中，該照明軸具有小於或等於 60 度之一入射角。

【0067】 在一些替代、額外或累積實施例中，成像器沿著垂直於第一表面之一成像軸定位。

【0068】 在一些替代、額外或累積實施例中，光源包括一 LED。

【0069】 在一些替代、額外或累積實施例中，光源提供一可見波長。

【0070】 在一些替代、額外或累積實施例中，光源提供以下波長之一者或多者：660 nm、635 nm、633 nm、623 nm、612 nm、592 nm、585 nm、574 nm、570 nm、565 nm、560 nm、555 nm、525 nm、505 nm、470 nm 及 430 nm。

【0071】 在一些替代、額外或累積實施例中，光源提供一紅色波長。

【0072】 在一些替代、額外或累積實施例中，成像器係單色。

【0073】 在一些替代、額外或累積實施例中，成像器係全彩色。

【0074】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統採用提供從 2 倍至 50 倍放大之光學器件。

【0075】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統採用提供大於 5 倍放大之光學器件。

【0076】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統採用提供大於

10 倍放大之光學器件。

【0077】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統採用提供小於 20 倍放大之光學器件。

【0078】 在一些替代、額外或累積實施例中，光碼讀取器具有大於 50 個線對/毫米之一調變傳送函數。

【0079】 在一些替代、額外或累積實施例中，光碼讀取器具有大於 75 個線對/毫米之一調變傳送函數。

【0080】 在一些替代、額外或累積實施例中，光碼讀取器具有大於 80 個線對/毫米之一調變傳送函數。

【0081】 在一些替代、額外或累積實施例中，光碼讀取器具有大於 90 個線對/毫米之一調變傳送函數。

【0082】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統提供大約 ± 50 μm 之一景深。

【0083】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統提供大約 ± 10 μm 之一景深。

【0084】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統提供大約 ± 2.5 μm 之一景深。

【0085】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統提供大於或等於大約 500 μm 之一視場。

【0086】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統提供大於或等於大約 800 μm 之一視場。

【0087】 在一些替代、額外或累積實施例中，光學系統提供小於或等

於大約 800 μm 之一視場。

【0088】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點形成具有擁有小於 500 微米之一側尺寸之一場大小的一 DM 或 2DID 碼。

【0089】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點形成具有擁有小於 250 微米之一側尺寸之一場大小的一 DM 或 2DID 碼。

【0090】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點形成具有擁有小於 125 微米之一側尺寸之一場大小的一 DM 或 2DID 碼。

【0091】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點形成具有擁有小於 250 微米之兩個尺寸之一場大小的一 DM 或 2DID 碼。

【0092】 在一些替代、額外或累積實施例中，該等點形成具有擁有小於 125 微米之兩個尺寸之一場大小的一 DM 或 2DID 碼。

【0093】 額外態樣及優點將從參考附圖進行之較佳實施例之以下詳細描述了解。

【圖式簡單說明】

【0094】 圖 1 係一習知 QR 碼之一實例。

【0095】 圖 2 係一習知 GS1 DataMatrix 碼之一實例。

【0096】 圖 3 展示疊加於一方格上之一 2DID 碼之一部分之雷射製成之較小「黑色正方形」。

【0097】 圖 4 係用於替換 2DID 碼之一填充之深色正方形之雷射點之一例示性圖案之一放大表示。

【0098】 圖 5 係圖 2 之修改版之 GS1 DataMatrix 碼，其中用圖 4 之圖案替換各填充之深色正方形。

【0099】 圖 5A 係有利於內部分離距離、外部分離距離與間距之間之區別的圖 5 之一放大部分。

【0100】 圖 6 係適於產生一修改之 2DID 碼之點之一例示性雷射微加工系統之一些組件之簡化及部分示意性透視圖。

【0101】 圖 7 展示一雷射脈衝焦點及其束腰部之一圖。

【0102】 圖 8 係具有由一塗層材料及一外罩覆蓋之一粗糙表面之一藍寶石晶圓之一截面側視圖。

【0103】 圖 9 係適於讀取修改之 2DID 碼之點之一例示性光學標記讀取器之一些組件之簡化之部分示意性側視圖。

【0104】 圖 10 係適於讀取修改之 2DID 碼之點之另一例示性光學標記讀取器之一些組件之簡化之部分示意性側視圖。

【0105】 圖 11 係適於讀取修改之 2DID 碼之點之一進一步例示性光學標記讀取器之一些組件之簡化之部分示意性側視圖。

【0106】 圖 12 係適於讀取修改之 2DID 碼之點之一又一例示性光學標記讀取器之一些組件之簡化之部分示意性側視圖。

【0107】 圖 13 係適於讀取修改之 2DID 碼之點之仍另一例示性光學標記讀取器之一些組件之簡化之部分示意性側視圖。

【0108】 圖 14 係適於讀取修改之 2DID 碼之點之仍另一例示性光學標記讀取器之一些組件之簡化之部分示意性側視圖。

【0109】 圖 15 係圖 14 之一些放大部分之簡化之部分示意性側視圖。

【實施方式】

【0110】 下文參考附圖描述實例實施例。在不偏離於本揭示內容之精

神及教示下許多不同形式及實施例係可行的且因而本揭示內容不應視為限於本文提出之實例實施例。相反，提供此等實例實施例，使得本揭示內容將為徹底及完整的且將本揭示內容之範疇傳遞給熟悉此項技術者。在圖中，為了清楚起見可擴大組件之大小及相對大小。本文中使用的術語僅為了描述特定實例實施例之目的且並不意欲限制。如本文所使用，除非上下文另有清楚指示，否則單數形式「一」、「一個」及「該」亦意欲包含複數形式。將進一步理解，當在本說明書中使用時，術語「包括（“comprises”及/或“comprising”）」指定所陳述之特徵、整體、步驟、操作、元件及/或組件之存在，但是並不排除一個或多個其他特徵、整體、步驟、操作、元件、組件及/或其等群組之存在或添加。除非另有指定，否則陳述時之一範圍之值包含範圍之上限及下限兩者以及介於其中之任何子範圍。

【0111】 已（諸如）藉由使用 TRACKinside® 技術（參閱 http://www.totalbrandsecurity.com/?page_id=209#&panell-1）在玻璃內部標記一些 2DID 碼。裝備有在多種參數組合下操作之適當雷射，由美國俄勒岡州波特蘭之 Electro Scientific Industries 公司製造之許多雷射微加工系統（諸如型號 MM5330 及 MM5900）亦適於在各種材料（諸如陶瓷、玻璃、金屬或其等組合）上或內製成 2DID 碼。

【0112】 隨著在較小部件上標記已為所期望，2DID 碼之大小已變得更小。而且，「不可見」DM 或 2DID 碼之可用性對於一些應用（諸如對於用作無阻擋之視角為所期望而通過之螢幕之透明材料，或諸如對於可用於各種目的（諸如偵測真品與偽品）之專屬資訊或隱秘製造商標示）有用。

【0113】 用於使一 DM 或 2DID 碼不可見之一方法係縮小碼之大小直

至黑色正方形之整個陣列太小而不可用人眼看見。人眼之理論最大角解析度係對應於 1.0 米之一距離下之 $d = 0.35 \text{ mm}$ (350 微米) 及 2.0 米之一距離下之 $d = 0.7 \text{ mm}$ 之一點大小之 1.2 弧分。為了方便起見，此最大角解析度可表達為： $d \leq 0.35x \text{ mm}$ ，其中 d 係以毫米為單位之點大小且 x 係以米為單位之從眼睛至點之距離。

【0114】 但是，在較近距離（諸如用於閱讀一行動電話螢幕之一典型距離（大約 25 cm））下，DM 或 2DID 碼將必須更小以不可見（大約 87.5 微米），且個別正方形必須甚至更小。即使可採用一雷射以使個別正方形足夠小，但黑色正方形將最有可能經大小調整以在一單個雷射脈衝下等於點大小。例如，一習知較小雷射點大小（諸如大約 5 微米）將限制此不可見 DM 或 2DID 碼以在一列或一行上包含至多 17 個正方形。雷射點大小之微小之實際限制一般接受為大約採用雷射之波長之兩倍，因而小於大約 1 微米或 2 微米之點大小可能採用起來較困難及昂貴。因此，對於更明顯之 DM 或 2DID 碼縮小，存在大量成本及技術限制。

【0115】 圖 3 展示疊加於一方格圖案 10 上之一 DM 或 2DID 碼之一部分之模擬之雷射製成之「黑色正方形」。實際雷射及材料可引起呈模糊、扭曲之形狀之雷射標記，該等形狀並非適當地對準且並非完全黑色，而是灰色陰影。所有此等因素（模糊、形狀扭曲、未對準及低對比度陰影）導致關於一特定正方形應分類為「黑色」還是「白色」之較少確定性。此等因素之一些可源自不可預測之雷射腔效應、光學組件之瞬態或長期未對準或束定位組件及雷射時序之瞬態或長期不協調。此等不確定性統稱為「雜訊」。

【0116】 圖 3 中所示之此等雷射製成之黑色正方形及網格圖案顯露此等問題可如何隨著一 2DID 碼之縮小而增加雜訊。特定言之，圖 3 展示一縮小標記 12、一放大標記 14 及由系統雜訊引起之非均勻邊緣 16。圖 3 亦展示可由束定位或基板定位系統中之位置不準確性或坐標不準確性或關於此等系統及雷射脈衝產生之時序不準確性引起之一未對準標記 18。此等扭曲標記（特定言之，標記 14 及 18）可甚至在最精密光學器件及誤差校正軟體下對光碼讀取器解釋產生困難。

【0117】 標記之 DM 或 2DID 碼之信雜比（SNR）決定碼是否將足夠不扭曲之似然度以最小化讀取 2DID 碼之誤差。2DID 碼中之個別正方形之大小與信號強度成比例，但個別正方形之形狀及大小之扭曲與雜訊成比例。而且，信號振幅可由表示各正方形之點之圖案之間之空間分離決定且雜訊振幅可由用於標記點之系統之準確性決定。因此，隨著個別正方形之大小變得更小，信號強度較低且碼更易受可在不盡完美之標記機器中發生之扭曲（諸如模糊或線扭曲）影響。

【0118】 然而，俄勒岡州波特蘭之 Electro Scientific Industries 公司使一雷射微加工系統藉由精確地控制系統組件之對準、時序及坐標且藉由限制雷射系統參數之處理窗以將小於 10 微米之雷射點精確地傳遞至一工件 46（圖 6）上之所期望位置來成功地克服許多此等問題。在一特定實施例中，製成一 126×126 微米陣列之正方形之一顯微 2DID 碼，其中各指定黑色正方形由一 4 至 5 微米點表示。而且，用於製成此 2DID 碼之雷射微加工系統非常大且採用非常昂貴之組件。

【0119】 為了利用一雷射降低用於產生不可見 DM 或 2DID 碼之系統

成本，申請者追求一完全不同之範例。申請者決定 2DID 碼可由包含使人眼對 2DID 碼之各黑色正方形不可見之一群組之點的一修改之 2DID 碼表示，而非對付與將一整個 2DID 碼縮小至足夠小而對人眼不可見關聯之成本及問題。

【0120】 圖 4 係用於替換一習知 2DID 碼之一填充之深色正方形之雷射標記或點 32 之一例示性圖案或群組 30 之一放大表示。如前所述，為了方便起見，人眼之最大角解析度可表達為 $d \leq 0.35x$ mm，其中 d 係以毫米為單位之雷射點之一主軸且 x 係以米為單位之從眼睛至點之距離。因而，對於大約 125 cm 之一典型最小閱讀距離，2DID 碼中之各點將必須具有擁有一點尺寸之一主軸，該點尺寸短於或等於大約 44 微米以對人眼不可見（放大時（諸如在顯微觀看下）仍可見）。

【0121】 在用分組圖案實驗期間，申請者指出當不可見小點 32 緊密地分組在一起時，其等可看似一較大大小之一單個點，因此使得點 32 之群組 30 變為可見。但是，當點 32 之中心至中心分離 s 如圖 4 中所示大於直徑之四倍（即， $s \geq 4d$ ）時，基於實驗之經驗資料證實具有一直徑 d 之圓形形狀點 32 看似個別點（相對於看似一單個點之點之一叢集）。

【0122】 簡單軟體可用於將一習知 2DID 碼轉換為一修改形式，其中各黑色正方形（或各資料點）由小點 32（子資料點）之一圖案表示，其中各個別點 32 經選擇以具有足夠小以對人眼不可見之一主空間軸 d 且任何兩個點 32 之間之中心至中心間距或距離大於個別點 32 之最大截面尺寸（例如，主空間軸 d ）之四倍。因此，可選擇各點 32 之形狀以及點 32 之大小。圓形點 32 通常最容易產生，但是例如，亦可採用正方形或橢圓形點 32。類

似地，形成各點 32 之空間能量分佈不需要為均勻。

【0123】 一般而言，各點 32 之主空間軸 d 介於大約 0.5 微米與大約 90 微米之間。(小於大約 87.5 微米之一主空間軸 d 在 25 cm 之一距離下對人眼不可見。) 在一些實施例中，點 32 之主空間軸 d 介於大約 1 微米與大約 75 微米之間，或點 32 之主空間軸 d 短於 75 微米。在一些實施例中，點 32 之主空間軸 d 介於大約 1 微米與大約 50 微米之間，或點 32 之主空間軸 d 短於 50 微米。(小於大約 43.75 微米之一主空間軸 d 在 12.5 cm 之一距離下對人眼不可見。) 在一些實施例中，點 32 之主空間軸 d 介於大約 1 微米與大約 25 微米之間，或點 32 之主空間軸 d 短於 25 微米。(小於大約 22 微米之一主空間軸 d 在 6.25 cm 之一距離下對人眼不可見。一般而言，大約 30 微米或更小之一點大小在任何距離下對大多數人眼不可見，此歸因於人眼之解剖侷限及習知眼鏡之光學侷限。) 在一些實施例中，點 32 之主空間軸 d 介於大約 1 微米與大約 10 微米之間，或點 32 之主空間軸 d 短於 10 微米。在一些實施例中，點 32 之主空間軸 d 介於大約 1.5 微米與大約 5 微米之間，或點 32 之主空間軸 d 短於 5 微米。

【0124】 一般而言，有利的是在不明顯增加雷射微加工系統之成本或明顯增加光碼讀取器之成本下使點 32 之主空間軸 d 實際儘可能小 (且至少足夠小，以便不會不利地影響待標記之基板)。將明白點 32 之主空間軸 d 製成得越小，最小點分離距離 s 在不會使點 32 之群組 30 可見下可製成得越小 (且總體 2DID 碼之大小可製成得越小)。但是，亦將明白可存在使點 32 以分離距離間隔之優點，該等分離距離明顯大於最小分離距離 s 以甚至在最小化點 32 之主空間軸 d 時增加信雜比。

【0125】 為了簡單起見，各點 32 可在形狀及大小上類似，且形成有一類似空間能量分佈；但是，若期望，對於特定點 32，可刻意改變此等特性。而且，因為有利之信雜比，不同點 32 之間之特性上之非刻意差異並不引起光學讀取誤差。

【0126】 在一些實施例中，基於大約 1 微米之一點大小及申請者之經驗資料，最小分離距離 s 大於或等於 4 微米。在將以 1 mm × 1 mm 場標記之一 177 × 177 DM 或 2DID 碼之一例示性陣列中，1 微米點 32 之間之分離距離 s 可大至大約 5.6 微米。當然，修改之 2DID 碼之場不需要如此小，因而最大分離距離 s 可由基板之大小除以 2DID 碼之一列或行中之幾何區域之數量決定。例如，一 177 × 177 2DID 碼之一 10 cm × 10 cm 場可在 1 微米點 32 之間提供大至一 565 微米分離距離 s ；一 57 × 57 2DID 碼之一 20 cm × 20 cm 場可在 1 微米點 32 之間提供大至 3500 微米分離距離 s ；或一 21 × 21 2DID 碼之一 1 mm × 1 mm 場可在 25 微米點 32 之間提供大至大約 40 微米分離距離 s 。如前所述，較大分離距離 s 提供較大信雜比。而且，雷射微加工系統之性質可影響點 32 之間之分離距離 s 之選擇。例如，若一雷射微加工系統具有大約 +/- 20 微米之一點位置定位準確性，則 40 微米之一分離距離 s 可為有利。

【0127】 一群組面積可由形成群組 30 中之點之散佈之周界之點 32 界定。群組 30 中之各點 32 具有如先前討論之一點大小或點面積。一累積點面積可表示一群組 30 內之點 32 之點面積之和。在一些實施例中，累積點面積小於或等於少於群組面積之 10%。在一些實施例中，累積點面積小於或等於少於群組面積之 5%。在一些實施例中，累積點面積小於或等於少於群組

面積之 1%。在一些實施例中，累積點面積小於或等於少於群組面積之 0.5%。在一些實施例中，累積點面積小於或等於少於群組面積之 0.1%。

【0128】 圖 5 係圖 2 之一修改版之 GS1 DataMatrix 碼，其中用圖 4 之點 32 之圖案替換陣列中之各黑色（指定）正方形。點 32 之群組 30 展示為具有配置成一圖案之四個點 32，使得各點 32 定位成接近於一指定正方形或定位於一指定正方形之一隅角處。

【0129】 修改之 DM 或 2DID 碼陣列之場大小僅受待標記之工件 46（圖 6）上之基板 44 之大小限制。在許多實施例中，場將小於 20 cm × 20 cm 且大於 50 微米 × 50 微米。在一些實施例中，場將小於或等於 500 微米 × 500 微米（且大於 1 微米 × 1 微米）。在一些實施例中，場將小於或等於 250 微米 × 250 微米（且大於 1 微米 × 1 微米）。在一些實施例中，場將小於或等於 100 微米 × 100 微米（且大於 1 微米 × 1 微米）。

【0130】 在一些實施例中，修改之 2DID 碼之大小將大於或等於 600 微米 × 600 微米。在一些實施例中，修改之 2DID 碼之大小將小於或等於 1 mm × 1 mm。在一些實施例中，修改之 2DID 碼之大小將大於或等於 1 mm × 1 mm 且小於或等於 10 mm × 10 mm。在一些實施例中，修改之 2DID 碼之大小將大於或等於 1 cm × 1 cm 且小於或等於 10 cm × 10 cm。如先前提及，所選雷射微加工之性質可影響點大小且限制定位場。因為可存在用於最大化一些材料中之分離距離 s 之結構完整性或優點，所以基板 44 之性質亦可影響陣列之場大小。此外，光碼讀取器之大小及成本與其等能力及碼偵測之處理能力亦可為決定 2DID 碼陣列之一適當場大小之因素。最後，修改之 2DID 碼之目的可影響為其陣列所選之場大小。

【0131】 將明白，陣列中之幾何區域不需要為正方形。例如，其等可為三角形或六角形。而且，點 32 之數量及表示各幾何區域之一群組 30 中之點 32 之圖案可在某種程度上為任意或可經特定選擇。例如，五個點可表示各指定幾何區域（諸如一正方形），其中四個點 32 定位於隅角且一點 32 定位於中間。因此，各指定幾何區域可由一偶數數量之點或由一奇數數量之點表示。在此實施例中，點 32 之四者與中間點 32 分離達所選距離 s ，此係因為該距離 s 係群組 30 中之任何兩個點 32 之間之最短距離。因此，隅角（或周界）點分離達大於 s 之一距離。因此，一群組 30 中之點 32（或最近鄰近點 32）可分離達不等距離。

【0132】 如先前提及，陣列中之指定幾何區域不需要由類似於幾何區域之一幾何圖案表示。例如，一指定正方形幾何區域可由其他幾何圖案表示，該等幾何圖案包含（但不限於）矩形圖案、圓形圖案、六角形圖案、八角形圖案或三角形圖案。為了方便及簡單起見，各指定幾何區域可提供有點 32 之相同幾何圖案。但是，所選指定幾何區域可用一不同數量之點 32、點 32 之圖案之一不同大小或點之一不同圖案標示。例如，一 QR 碼之位置正方形及/或對準正方形可由不同圖案或由不同大小之圖案表示。

【0133】 參考圖 3，相鄰標記之正方形之間不存在刻意分離，且標記之正方形之間之間距具有相同於標記之正方形之側之尺寸。因此，在圖 3 中所示之實施例中，雜訊可相當於信號。但是，再次參考圖 5，在許多實施例中，點 32 之鄰近群組 30 可分離達一外部分離距離 e （從不同群組之相鄰點之間之最小分離距離）及一間距 p （相鄰幾何區域或其等代表性群組之間之中心至中心間隔）。圖 5A 係有利於內部分離距離 s 、外部分離距離 e 與間

距 p 之間之區別的圖 5 之一放大部分。

【0134】 在許多實施例中，間距 p 將不同於及大於外部分離距離 e ，且間距 p 及外部分離距離 e 兩者將不同於且一般大於一群組 30 中之點 32 之間之所選最小分離距離 s 。

【0135】 而且，在一些實施例中，陣列中之列或行之間之外部分離距離 e 可大於或等於 $1s$ 以維持一所期望信雜比。將明白列之間之外部分離距離 e 可不同於行之間之外部分離距離 e 。亦將明白，對於列出點大小、場大小及一系列或行中之群組 30 之數量之早先實例，列與行之間之外部分離距離 e 可使分離 s 減少了大於一半。

【0136】 類似地，在一些實施例中，陣列中之列或行之間之間距 p 可大於或等於 $1s$ 以維持一所期望信雜比。吾亦將明白列之間之間距 p 可不同於行之間之間距 p 。亦將明白，對於列出點大小、場大小及一系列或行中之群組 30 之數量之早先實例，列與行之間之間距 p 可使分離距離 s 減少了大於一半。

【0137】 因此，亦可藉由使得幾何區域（諸如正方形）之整體大小比由點 32 之圖案（若圖案分組於幾何區域之中心附近）界定之周界大得多來改進信雜比。

【0138】 在一些實施例中，信號振幅可由外部分離距離 e 或間距 p 表示。雜訊振幅可由點位置相對於基板 44 上之一特定位置之不確定性或不準確性表示。例如，若標記點之雷射微加工系統具有 ± 20 微米之一標記不準確性，則此不準確性將表示雜訊。所以，信雜比將為外部分離距離 e 或間距 p 對標記不準確性之比率。若一雷射系統中固有之標記不準確性允許為

較大或隨著時間推移變差，則可增加外部分離距離 e 或間距 p 以維持一適當信雜比。或者，若知道不準確性為一固定數字，則信雜比可藉由增加外部分離距離 e 或間距 p 而增加至一任意較大數字。

【0139】 鑑於上述，信雜比可易於建立為大於 5，該值根據羅斯準則為能夠在 100% 確定下區分影像特征之最小信雜比。但是，應明白，可採用小於 5 之信雜比值。而且，本文描述之修改之二維碼可提供任意較大信雜比值，諸如大於或等於 10，大於或等於 100 或大於或等於 1000。

【0140】 在一些替代實施例中，不使用陣列中之列或行之間之間隔，使得相鄰指定幾何區域中之圖案可共用點 32。例如，鄰近指定正方形幾何區域之兩個隅角圖案可沿著兩個正方形幾何區域之邊界共用兩個點 32。光碼讀取器將必須經調適以辨識（例如）三對均勻間隔之點 32 表示兩個指定正方形。

【0141】 無論陣列之大小，點 32 之間之分離距離 s ，外部分離距離 e （若有的話）或列之間及行之間之間距距離 p ，群組 30 之所選圖案及幾何區域之大小及形狀如何，點 32 可轉換回指定幾何區域（諸如黑色正方形）。

【0142】 如先前提及，如本文描述般修改 2DID 碼之優點包含用於使 2DID 碼在各種基板材料（透明材料或不透明材料）中對人眼不可見之方法。例示性材料包含陶瓷、玻璃、塑膠及金屬或其等組合。例示性材料可為結晶或非結晶。例示性材料可為天然或合成。例如，雷射微加工系統可在半導體晶圓材料（此氧化鋁或藍寶石）上或內製成適當大小之標記。雷射微加工系統亦可在玻璃、強化玻璃及 Corning Gorilla Glass™ 上或內製成適當大小之標記。雷射微加工系統亦可在聚碳酸酯及丙烯酸酯上或內製成適當大

小之標記。雷射微加工系統亦可在鋁、鋼及鈦上或內製成適當大小之標記。

【0143】 修改之 DM 或 2DID 碼之不可見標記不僅提供在不使透明材料模糊下放置碼之一方法，而且提供將專屬資訊隱藏於修改之碼內之一方法。例如，多個圖案可提供於一修改之 2DID 碼內，其中僅圖案之一些包含專屬資訊。此外，小型及展開點 32 可經配置以在基板材料中看似不完整，因而使一競爭者或潛在複製者甚至難以知道存在修改之 2DID 碼。最後，可使修改之 2DID 碼比標準 2DID 碼更複雜，因而修改之 2DID 碼可更難以藉由一偽造者識別及複製。

【0144】 無論是否使 2DID 碼不可見，修改之 2DID 碼藉由一任意較大區域上之修改之碼之擴展實現較於習知 2DID 碼之信雜比 (SNR) 方面之較大改進。而且，無論點 32 是否不可見，修改之 2DID 碼減少誤差且減少誤差校正之成本及時間 (處理能力)。

【0145】 在一較大區域上擴展 2DID 碼之另一優點實現較便宜及較低精確度雷射標記系統之使用，同時維持不可見性 (若期望)。

【0146】 如先前提及，點 32 可標記於工件 46 (圖 6) 之基板材料上或內。對於許多應用，內部標記點 32 可為有利。不可見點 32 非常小且更可能使一些材料磨損或易於被磨耗。但是，內部標記不那麼容易正常磨損或磨耗。內部標記亦容許表面相對於灰塵或流體保持其等不透性且較不可能折衷結構完整性或促進表面裂縫伸展或其他表面缺陷。

【0147】 一般而言，內部標記可包含一基板 44 之表面之間之核心材料之裂解、密度修改、孔洞產生、應力場或再結晶之一者或多者。

【0148】 可經選擇以改進基板 44 之雷射標記之可靠性及可重複性之

例示性雷射脈衝參數包含雷射類型、波長、脈衝持續時間、脈衝重複速率、脈衝之數量、脈衝能量、脈衝時間形狀、脈衝空間形狀及焦點大小及形狀。額外雷射脈衝參數包含指定焦點相對於物件之表面之位置且相對於物件導向雷射脈衝之相對運動。

【0149】 圖 6 係適於產生一修改之 2DID 碼之點之一例示性雷射微加工系統 40 之一些組件之簡化及部分示意性透視圖。參考圖 6，可操作用於在一工件 46 之基板 44 之一表面 42 上或下面標記點 32 之一些例示性雷射處理系統係 ESI MM5330 微加工系統、 ESI ML5900 微加工系統及 ESI 5955 微加工系統，上述所有者由俄勒岡州波特蘭 97229 之 Electro Scientific Industries 公司製造。

【0150】 此等系統通常採用一固態二極體泵送之雷射，其可經組態以在多達 5 MHz 之脈衝重複速率下發射從大約 266 nm (UV) 至大約 1320 nm (IR) 之波長。但是，此等系統可由適當雷射、雷射光學器件、部件處置設備及控制軟體之代替或添加調適以如先前所描述般在基板 44 上或內可靠地及可重複地產生所選點 32。此等修改允許雷射處理系統在所期望速率及雷射點或脈衝之間之間距下將具有適當雷射參數之雷射脈衝導向至一適當定位及保持之工件 46 上之所期望位置以產生具有所期望色彩、對比度及/或光學密度之所期望點 32。

【0151】 在一些實施例中，雷射微加工系統 40 採用在 1064 nm 波長下操作之一二極體泵送之 Nd:YVO₄ 固態雷射 50，諸如由德國凱澤斯勞滕之 Lumera Laser GmbH 製造之一型號 Rapid。可視情況使用一固態諧波頻率產生器使此雷射頻率加倍以將波長減少至 532 nm，藉此產生可見（綠色）雷射

脈衝，或頻率增至三倍至大約 355 nm 或頻率增至四倍至大約 266 nm，藉此產生紫外線（UV）雷射脈衝。此雷射 50 為額定以產生 6 瓦特之連續功率且具有 1000 KHz 之一最大脈衝重複速率。此雷射 50 在與控制器 54 協作下產生具有 1 微微秒至 1,000 奈秒之持續時間之雷射脈衝 52（圖 7）。

【0152】 在一些實施例中，雷射微加工系統 40 採用具有大約 1030 nm 至 1550 nm 之範圍內之一基波長之一二極體泵送之摻鉍光纖雷射。可視情況使用一固態諧波頻率產生器使此等雷射頻率加倍以將波長減少至大約 515 nm，藉此產生可見（綠色）雷射脈衝或減少至大約 775 nm，藉此產生（例如）可見（深紅色）雷射脈衝或頻率增至三倍至大約 343 nm 或大約 517 nm 或頻率增至四倍至大約 257 nm 或大約 387.5 nm，藉此產生紫外線（UV）雷射脈衝。

【0153】 此等雷射脈衝 52 可為高斯函數或由雷射光學器件 62 特別塑形或定製，該雷射光學器件 62 通常包括沿著一光學路徑 60 定位以允許點 32 之所期望特性之一個或多個光學組件。例如，可使用一「頂帽」空間分佈，其傳遞在整個點 32 上具有撞擊基板 44 之一均勻劑量之輻射之一雷射脈衝 12。可使用繞射光學元件或其他光束塑形組件產生諸如此類之特別塑形之空間分佈。可在 Corey Dunskey 等人之美國專利案第 6,433,301 號中發現修改雷射點 32 之空間輻照分佈之一詳細描述，該案受讓給本申請案之受讓人且以引用的方式併入本文中。

【0154】 雷射脈衝 52 沿著一光學路徑 60 傳播，該光學路徑 60 亦可包含摺疊鏡 64、衰減器或脈衝拾取器（諸如聲光或電光裝置）66 及回饋感測器（諸如用於能量、時序或位置）68。

【0155】 沿著光學路徑 60 之雷射光學器件 62 及其他組件與由控制器 54 導向之一雷射束定位系統 70 協作來導向沿著光學路徑 60 傳播之雷射脈衝 52 之一束軸 72 以在一雷射點位置於接近於基板 44 之表面 42 處形成一雷射焦點 80。雷射束定位系統 70 可包含：一雷射台 82，其可操作以沿著一行進軸（諸如 X 軸）移動雷射 50；及一迅速定位器台 84，其沿著一行進軸（諸如 Z 軸）移動一迅速定位器（未展示）。一典型迅速定位器採用一對電流計受控鏡，其等能夠在基板 44 上之一較大場上快速改變束軸 72 之方向。此場如稍後所描述般通常小於由工件台 86 提供之移動場。一聲光裝置或一可變形鏡亦可用作迅速定位器，即使此等裝置趨向於比電流計鏡更小之束偏轉範圍。或者，一聲光裝置或一可變形鏡可用作除了電流計鏡之外之一高速定位裝置。

【0156】 此外，工件 46 可由一工件台 86 支撐，該工件台 86 具有可操作以相對於束軸 72 定位基板 44 之運動控制元件。工件台 86 可操作以沿著一單個軸（諸如 Y 軸）行進或工件台 86 可操作以沿著橫向軸（諸如 X 軸及 Y 軸）行進。或者，工件台 86 可操作以（諸如）圍繞一 Z 軸使工件 46 旋轉（單獨或以及沿著 X 軸及 Y 軸移動工件 46）。

【0157】 控制器 54 可協調雷射束定位系統 70 及工件台 86 之操作以提供復合束定位能力，其有利於在基板 42 上或內標記點 32，同時工件 46 可相對於束軸 72 呈連續相對運動。此能力並非為在基板 42 上標記點 32 所必需，但此能力可為增加之處理能力所期望。在 Donald R. Cutler 等人之美國專利案第 5,751,585 號中描述此能力，該案受讓給本申請案之受讓人且以引用的方式併入本文中。可採用束定位之額外或替代方法。在 Spencer Barrett

等人之美國專利案第 6,706,999 號及 Jay Johnson 之第 7,019,891 號中描述束定位之一些額外或替代方法，該等案兩者受讓給本申請案之受讓人且以引用的方式併入本文中。

【0158】 本文描述之多種束定位系統可經控制以在基板 44 上之一點 32 之所期望位置之若干微米內提供雷射點位置之束定位準確性。但是，應注意，可利用較高成本組件、較大回饋控制及較慢系統處理能力實施高準確性。一般而言，歸因於由本文描述之修改之 DM 或 2DID 碼供應之明顯增加之信雜比，束定位誤差可大至分離距離之一半。對於非常大之場，此可容許誤差可相當大，諸如 1 mm。但是，即使非常低成本之雷射微加工系統可達成較大準確性。申請者已決定針對許多實施例，甚至對於較小場，雷射點位置之誤差可大至基板 44 上之一點 32 之所期望位置之 ± 20 微米。針對具有非常小之場之許多實施例，雷射點位置之誤差可大至基板 44 上之一點 32 之所期望位置之 ± 10 微米。但是，對於最小化之場大小，雷射點位置之誤差可大至基板 44 上之一點 32 之所期望位置之 ± 1 微米。

【0159】 用於產生一 126×126 微米示範之 ± 0.5 微米準確性雷射微加工系統之成本可大大超過一百萬美元。用於 ± 20 微米準確性雷射微加工系統之成本可為大約更準確機器之成本之十分之一（即，大約 \$100,000）。而且，更準確機器大得多且要求一嚴格受控之溫度環境（及受控振動），但是 ± 20 微米準確性機器明顯更小且可在不具有特殊侷限之一典型工廠環境中工作。

【0160】 圖 7 展示焦點 80 及其束腰部 90 之一圖。參考圖 7，雷射脈衝 52 之焦點 80 將具有大部分由雷射光學器件 62 決定之一束腰部 90(截面)

及雷射能量散佈。點 32 之主空間軸 d 通常係束腰部之主軸之一函數且兩者可為相同或類似。但是，點 32 之主空間軸 d 可大於或小於束腰部之主軸。

【0161】 雷射光學器件 62 可用於控制束腰部之焦深及因此基板 44 內之點 32 之深度。藉由控制焦深，控制器 54 可導向雷射光學器件 62 及迅速定位器 Z 台 84 以在高精確度下在基板 44 之表面處或附近可重複地定位點 32。藉由在基板 44 之表面 42 上方或下方定位焦點製成標記容許雷射束散焦一指定量且藉此增加由雷射脈衝照亮之區域且減少表面 42 處之雷射通量（減少至小於表面處之材料之損壞臨限值之一量）。因為知道束腰部之幾何，所以在基板之實際表面 42 上方或下方或內精確地定位焦點 80 將對主空間軸 d 及通量提供額外精確度控制。

【0162】 在（諸如）用於標記透明材料（諸如藍寶石）之一些實施例中，可藉由從基板 44 之表面 42 上調整雷射點之位置以位於基板 44 內之一精確距離而在基板 44 之核心處精確地控制雷射通量。參考圖 7，束腰部 90 表示為由 FWHM 方法量測之沿著束軸 72 之一雷射脈衝 52 之一空間能量散佈 88。若雷射微加工系統 40 在表面 42 上方之一距離 96 處使雷射脈衝 52 聚焦，則主軸 92 表示表面 42 上之雷射脈衝點大小。若雷射處理系統在表面下方之一距離 98 處使雷射脈衝聚焦，則主軸 94 表示表面 42 上之雷射脈衝點大小。針對點 32 之內部標記為所期望之大多數實施例，焦點 80 經導向以定位於基板 44 內，而非其表面 42 上方或下方。可在除了焦點 80 之外以低於基板材料之燒蝕臨限值之一量採用通量或輻照，在該焦點 80 處通量或輻照集中於超過基板材料之燒蝕臨限值。

【0163】 在一些實施例中，可採用雷射脈衝之群組以產生一單個點

32。特定言之，雷射參數可經選擇以使得各雷射脈衝影響小於用於一點 32 之所期望大小之一區域。在此等案例中，複數個雷射脈衝可導向於一單個位置直至點 32 達到一所期望大小（該大小仍可能未能由人眼偵測）。雷射脈衝之群組可在相對運動中或在大體上相對靜止位置中傳遞。

【0164】 可針對一些實施例有利地採用之雷射參數包含使用具有在從 IR 至 UV，或更特定言之，從大約 10.6 微米下至大約 266 nm 之範圍中之波長之雷射 50。雷射 50 可在 1 W 至 100 W，或更佳地，1 W 至 12 W 之範圍中之 2 W 下操作。脈衝持續時間在從 1 微微秒至 1000 ns，或更佳地從大約 1 微微秒至 200 ns 之範圍中。雷射重複速率可在從 1 KHz 至 100 MHz，或更佳地，從 10 KHz 至 1 MHz 之一範圍中。雷射通量可在從大約 $0.1 \times 10^6 \text{ J/cm}^2$ 至 100.0 J/cm^2 ，或更特定言之，從 $1.0 \times 10^2 \text{ J/cm}^2$ 至 10.0 J/cm^2 之範圍中。束軸 72 相對於正被標記之基板 44 移動之速度在從 1 mm/s 至 10 m/s，或更佳地，從 100 mm/s 至 1 m/s 之範圍中。基板 44 上之相鄰列之點 32 之間之間距或間隔可在從 1 微米至 1000 微米，或更佳地，從 10 微米至 100 微米之範圍中。基板 44 之表面 42 處量測之雷射脈衝 52 之主空間軸 d 可在從 10 微米至 1000 微米或從 50 微米至 500 微米之範圍中。當然，若點 32 易欲為不可見，則主空間軸 d 較佳地小於大約 50 微米。雷射脈衝 52 之焦點 80 相對於基板 44 之表面 42 之升高可在從 -10 mm 至 +10 mm 或從 -5 mm 至 +5 mm 之範圍中。在用於表面標記之許多實施例中，焦點 80 定位於基板 44 之表面 42 處。針對內部標記之許多實施例，焦點 80 定位於基板 44 之表面 42 下面（基板 44 之表面之間）。針對內部標記之一些實施例，焦點 80 定位於基板 44 之表面 42 下面之至少 10 微米處。針對內部標記之一些實施例，焦點 80 定位於基

板 44 之表面 42 下面之至少 50 微米處。針對內部標記之一些實施例，焦點 80 定位於基板 44 之表面 42 下面之至少 100 微米處。

【0165】 申請者發現一次表面焦點 80 之使用與產生在從 1 微微秒至 1,000 微微秒之範圍中之雷射脈衝寬度之微微秒雷射之使用可提供在一些透明半導體基板 44（諸如藍寶石）內可靠地及可重複地產生標記之一較好方法。在一些實施例中，可採用在從 1 ps 至 100 ps 之範圍中之脈衝寬度。在一些實施例中，可採用在從 5 ps 至 75 ps 之範圍中之脈衝寬度。在一些實施例中，可採用在從 10 ps 至 50 ps 之範圍中之脈衝寬度。可推測產生 10 至 1000 毫微微秒範圍中之波長之毫微微秒雷射可替代地提供較好結果。但是，使用微微秒雷射之一優點在於其等便宜得多，要求少得多之維護且通常具有比現有毫微微秒雷射長得多之操作壽命。

【0166】 雖然可如先前討論在各種波長下完成標記，但申請者發現在微微秒範圍中操作之 IR 雷射特定提供可重複之較好結果。在 1064 nm 下或 1064 nm 附近之波長特別有利。一例示性雷射 50 係一 Lumera 6 W 雷射。將明白可採用光纖雷射或其他類型之雷射。

【0167】 類似參數亦可用於在金屬或塗覆金屬（諸如陽極化鋁）中製成不可見次表面標記。為陽極化鋁基板 44 定製標記詳細描述於美國專利案第 8,379,679 號中及美國專利公開案第 2013-0208074 號中，該等案兩者為 Haibin Zhang 等人所有且該等案兩者受讓給本申請案之受讓人且該等案兩者以引用的方式併入本文中。

【0168】 如先前討論，可藉由在基板材料處選擇性導向雷射輸出來內部標記透明半導體基板材料。基板 44 之內部標記保持表面 42 之完整性，諸

如其防水及防塵。內部標記亦減少由表面標記產生之裂縫伸展及其他不利效果。

【0169】 參考圖 8，申請者亦已指出從單晶塊切割之晶圓 100 或其他半導體基板材料趨向於具有擁有粗糙表面紋理之表面 104 及 106。在其等自然態中之此等表面 104 及 106 之表面紋理可不利地影響晶圓 100 之基板 44 處導向之雷射脈衝 52 之光學性質。

【0170】 申請者亦決定具有擁有粗糙紋理之一表面 104 或 106（諸如一未拋光表面）之晶圓 100 之基板 44 可能難以在不會對表面 104 或 106 引起損壞下內部標記。

【0171】 可藉由採用有效地提供一平坦表面 140 或 142 以接收雷射輸出 110 之一塗層材料 130 來減輕粗糙表面之不利光學效果。平坦表面 140 表示塗層材料 130 之上表面。平坦表面 142 係用於塗層材料 130 之一外罩 150 之平坦表面。塗層材料 130 具有與基板折射率光學相容之一塗層折射率。

【0172】 塗層折射率可在基板折射率之折射率之 2 內（諸如在攝氏 25 度下）。塗層折射率可在基板折射率之折射率之 1 內。塗層折射率可在基板折射率之折射率之 0.5 內。塗層折射率可在基板折射率之折射率之 0.2 內。塗層折射率可在 1.2 與 2.5 之間。塗層折射率可在 1.5 與 2.2 之間。塗層折射率可在 1.7 與 2.0 之間。塗層折射率可在 1.75 與 1.85 之間。外罩亦可具有此等範圍中之匹配折射率。

【0173】 塗層材料 130 可包括流體、膠體或油。塗層材料 130 可具有大於攝氏 180 度之一沸點（諸如在 760 mm Hg 下）。塗層材料可具有 2 g/cc 與 5 g/cc 之間之一密度（諸如在攝氏 25 度下）。塗層材料 130 可具有 2.5 g/cc

與 4 g/cc 之間之一密度。塗層材料可具有 3 g/cc 與 3.5 g/cc 之間之一密度。

【0174】 在一些實施例中，塗層材料 130 可包括二碘甲烷。塗層材料 130 可包括一寶石折射計液體。塗層材料 130 可在雷射處理期間維持流體性質。塗層材料 130 可包括一水準測量組合物。較佳的是，在雷射處理之後塗層材料 130 易於從粗糙表面移除。可藉由丙酮、四氯化碳、乙醚、二氯甲烷、甲苯、二甲苯或其等組合從粗糙表面清洗塗層材料 130，或可藉由水從粗糙表面清洗塗層材料 130，或可藉由乙醇從粗糙表面清洗塗層材料 130。

【0175】 外罩 150 可對雷射波長透明。外罩 150 可包括基板材料。外罩 150 可包括在該波長下不具反射性之一光滑外罩表面。外罩 150 可包括一玻璃。外罩 150 可包括一藍寶石、金剛石、矽或塑膠。

【0176】 此等粗糙表面減輕技術描述於 Haibin Zhang 等人之美國臨時專利申請案第 61/912,192 號中，該案以引用的方式併入本文中。

【0177】 雖然在本文中已藉由實例對 2DID 碼進行以上描述，但熟練人員可明白藉由利用深度控制以用於標記透明基板 44，可建構採用點 32 之 3D 碼。

【0178】 儘管點 32 對人眼不可見或為基板 44 之內部，但一光學標記讀取器 220 可經設計以讀取點 32 且解碼 2DID 碼。圖 9 至圖 15 展示適於讀取一修改之 2DID 碼之點 32 之例示性光學標記讀取器 220a 至 220g(一般地，光學標記讀取器 220) 之一些組件的簡化之部分示意性側視圖。

【0179】 參考圖 9，例示性光學標記讀取器 220a 採用一光源 222 及包含一視訊顯微鏡單元 234 之一成像顯微鏡系統。在一些實施例中，光源 222 可經定位以沿著橫穿底部表面 106 之一照明路徑傳播光線 226，且成像器 228

及光學器件 230 沿著可操作以接收從上表面 104 發射之光線 226a 之一成像路徑定位。在一些特定實施例中，光源 222 及一相機 224 可定位於工件 46 之相對側上，使得從光源 222 發射之光線 226 穿過基板 44 以到達相機 224 之一成像器 228。在一些實施例中，照明路徑以一垂直角橫穿下表面 106。在一些實施例中，光源 222 沿著大致上垂直於基板 44 之第一表面之一照明軸定位。在一些實施例中，成像器 228 沿著大致上垂直於基板 44 之上表面之一成像軸定位。在一些實施例中，照明軸及成像軸係平行。在一些實施例中，照明軸及成像軸係共線的。

【0180】 在一些特定實施例中，若使用鏡子（未展示），則即使在從光源 222 發射之光線 226 穿過基板 44 以到達一成像器 228 時，光源 222 及相機 224 可定位於工件 46 之相同側上。例如，光源 222 可經定位以沿著橫穿底部表面 106 之一照明路徑傳播光線 226，且鏡子沿著可操作以接收從上表面 104 發射之光線 226a 且將光線 226a 反射至一成像器 228 之一成像路徑定位，且光學器件 230 定位於底部表面 106 下面之一標高處（在必然不會使光線 226a 第二次穿過工件 46 下）。而且，一些實施例依賴於光線 226 之反射，在該等案例中，光源 222 及相機 224 可大致上定位於工件 46 之相同側上。

【0181】 光源 222 可為與協作（顯微鏡）光學器件 230 及成像器 228 配對之幾乎任何種類物。在一些實施例中，光源 222 發射單色光以移除色差之一些可能不利結果。在一些實施例中，光源 222 能夠在高強度下（諸如在較短時間間隔（諸如毫秒或幾十毫秒）內，大於或等於穩定狀態之十倍）選通。在一些實施例中，光源 222 係一發光二極體（LED）或一群組之

LED，諸如一陣列之 LED。LED 較便宜且展現用於與本文揭示之技術關聯之照明應用之許多所期望性質。

【0182】 在一些實施例中，諸如在圖 9 中所示之組件之相對定位中，光源 222 沿著大致上垂直於基板 44 之底部表面 106 且大致上垂直於成像器 228 之影像平面的一軸（未展示）定位。在一些實施例中，光源 222 沿著大致上垂直於基板 44 之底部表面 106 且平行於大致上垂直於成像器 228 之影像平面之一第二軸之一第一軸定位，使得光源 222 經定位以相對於成像器 228 具有一入射角。在一些實施例中，光源 222 沿著大致上垂直於成像器 228，但相對於成像器 228 呈一入射角之第二軸定位。

【0183】 光源 222 可發射包括任何適當波長之光線 226。用於光源 222 之例示性適當可見波長可包含（但不限於）以下波長之一者或多者：660 nm、635 nm、633 nm、623 nm、612 nm、592 nm、585 nm、574 nm、570 nm、565 nm、560 nm、555 nm、525 nm、505 nm、470 nm 及 430 nm。可個別或組合地採用此等波長。在包含一原型之一些例示性實施例中，已採用一紅色波長（諸如 635 nm）。可替代地或額外地採用不可見波長（諸如在 UV 範圍或 IR 範圍中之該等波長）。

【0184】 在一些實施例中，光源 222 可包含一多光譜發射源。若僅一個或多個特定波長將成像，則可採用一個或多個波長濾波器以阻擋非所期望波長，或可採用一個或多個單色相機 224 以將資料擷取限於（若干）特定波長。

【0185】 在一些實施例中，光源 222 可包含發射不同特定波長之發射源。在一些實施例中，當採用特定多個波長時，尤其在基於基板 44 中之摻

雜物或雜質之比色性質選擇波長之情況下，可採用一單色相機 224 以增強對比度判定。例示性發射波長可包含一紅色、藍色及綠色發射方案；一紅色、紅外線及綠色發射方案；或一紅色、紅外線、藍色及綠色發射方案。但是，可採用其他發射方案。

【0186】 對比度分析可採用美國專利案第 7,589,869 號中揭示之技術，該案讓與給本申請案之受讓人，以引用的方式併入本文中且描述一種使用多波長照明改進經由單色相機捕捉之影像中之影像品質的方法。一對比度最佳化演算法決定可用之波長之中哪個特定波長最適於最大化對比度。可藉由決定提供一目標與一背景之間之最大及最小對比度之照明方案透過主動雜訊去除進一步改進影像之品質。接著透過（例如）最大對比度影像除以最小對比度影像之逐像素除法來完成影像紋理資料（即，雜訊）之消除。或者，使用至少兩個波長獲得之影像（或來自其之影像資料）可代數地組合以用於雜訊減少。所得合成影像資料可饋送至任何已知目標識別演算法。

【0187】 相機 224 可為與協作光學器件 230 及光源 222 配對之幾乎任何種類。如先前所討論，相機 224 可為全彩色、單色或針對複數個特定波長所選。將明白，可在更接近於相機 224 或光源 222 處採用可選波長選擇性濾波器（未展示），或可在接近於相機 224 及光源 222 兩者處放置可選波長選擇性濾波器。

【0188】 例示性成像器 228 包含具有 688×488 、 1032×776 、 1288×946 、 1280×1024 、 1384×1032 、 1624×1224 或 2448×2048 個像素之一解析度之 VGA 成像器（CCD 或 CMOS）。但是，可採用具多種解析度之其他適

當類型之成像器 228。一光學標記讀取器 220 之一原型之一例示性實施例採用來自加拿大不列顛哥倫比亞省列治文之 Point Grey Research 公司之一 Flea®2 相機。

【0189】 光學器件 230 可包含一個或多個透鏡 232。透鏡 232 可包含相異透鏡片或可為一單個復合透鏡片。例示性光學器件 230 提供從 2 倍至 50 倍放大。在一些實施例中，光學器件 230 提供大於或等於 5 倍放大。在一些實施例中，光學器件 230 提供大於或等於 10 倍放大。在一些實施例中，光學器件 230 提供大於或等於 5 倍放大且小於或等於 20 倍放大。在許多實施例中，光學器件 230 包含一物鏡 232。光學標記讀取器 220 之一原型之一例示性實施例採用來自美國伊利諾伊州奧羅拉之 Mitutoyo America 公司之一 10x ∞ 校正之平場消色差物鏡（平場復消色差無限校正之長工作距離物鏡）。在一些實施例中，光學器件 230 及相機 224 組裝於一顯微鏡單元 234 中。採用可容納相機 224 及光學器件 230 之一例示性視訊顯微鏡單元 234 之一原型包含來自美國伊利諾伊州奧羅拉之 Mitutoyo America 公司之一視訊顯微鏡單元（VMU）。

【0190】 用於光學器件 230 之景深之一例示性範圍係大約 \pm 50 μm 。在一些實施例中，諸如在採用 5 倍放大時，用於光學器件 230 之景深之範圍係大約 \pm 10 μm 。在一些實施例中，諸如在採用 10 倍放大時，用於光學器件 230 之景深之範圍係大約 \pm 2.5 μm 。

【0191】 用於成像器 228（與光學器件 230 組合）之視場（FOV）之一例示性範圍係從大約 500 μm 至大約 1.2 mm。在一些實施例中，諸如在採用 5 倍放大時，用於視場之範圍大於或等於大約 1 mm。在一些實施例中，

諸如在採用 5 倍放大時，用於視場之範圍大於或等於大約 1.5 mm。

【0192】 在一些實施例中，諸如在採用 10 倍放大時，用於視場之範圍大於或等於大約 500 μm 。在一些實施例中，諸如在採用 10 倍放大時，用於視場之範圍大於或等於大約 800 μm 。在一些實施例中，諸如在採用 5 倍放大時，用於視場之範圍大於或等於大約 800 μm 。在一些實施例中，諸如在採用 10 倍放大時，用於視場之範圍小於或等於大約 800 μm 。

【0193】 ISO 標準要求 2DID 碼之一場大小之最小 x 及 y 尺寸大於或等於 255 μm 。光學器件 230 提供可靠地讀取具有擁有小於 500 微米之一側尺寸之一場大小之 2DID 碼的能力。在一些實施例中，光學器件 230 提供可靠地讀取具有擁有小於 250 微米之一側尺寸之一場大小之 2DID 碼的能力。在一些實施例中，諸如在利用提供 10 倍放大之一物鏡 232 下，光學器件 230 提供可靠地讀取具有擁有小於 125 微米之一側尺寸之一場大小之 2DID 碼的能力。

【0194】 在一些實施例中，光學器件 230 提供可靠地讀取具有擁有小於 250 微米之兩個尺寸之一場大小之 2DID 碼的能力。在一些實施例中，光學器件 230 提供可靠地讀取具有擁有小於 125 微米之兩個尺寸之一場大小之 2DID 碼的能力。

【0195】 在一些實施例中，顯微單元 234 能夠達成大於 50 個線對/毫米之一調變傳送函數 (MTF)。在一些實施例中，顯微單元 234 能夠達成大於 75 個線對/毫米之一 MTF。在一些實施例中，顯微單元 234 能夠達成大於 80 個線對/毫米之一 MTF。在一些實施例中，顯微單元 234 能夠達成大於 90 個線對/毫米之一 MTF。在一些實施例中，顯微單元 234 能夠達成大於 100

個線對/毫米之一 MTF。在一些實施例中，顯微單元 234 能夠達成大於 125 個線對/毫米之一 MTF。

【0196】 再次參考圖 9，光學標記讀取器 220a 可採用定位於光源 222 與基板 44 之間之一擴散器 240。從光源 222 發射之光線 226 由擴散器 240 擴散且傳播至基板 44 中。光線 226a 之一些在形成 2DID 碼之資料點（群組 30 或正方形）之片段之點 32 之間穿過。此等光線 226a 到達相機 224 之成像器 228。光線 226b 之一些由點 32 攔截且衰減及擴散。歸因於傳播至基板 44 中之光線 226b 之散射，點 32 引起視光學密度上之一局部增加。光線 226b 未到達相機 224 之成像器 228。因此，點 32 對照一淺色背景看似黑色陰影。

【0197】 關於圖 9 描述之實施例對於可靠地讀取具有對光線 226 之（若干）波長有效地透明之表面 104 及 106 之一拋光基板 44 中之點 32 特別有用。

【0198】 圖 10 展示適於讀取一修改之 2DID 碼之點 32 之另一例示性光學標記讀取器 220b 之一些組件之一部分示意性側視圖。圖 10 中描繪之許多組件具有類似於圖 9 中描繪之對應組件之功能且已提供有對應參考數字而不論特定組件是否完全相同或可能不同。參考圖 10，視訊顯微鏡單元 234 採用一長形管，其容納光學地定位於成像器 228 與光學器件 230 之物鏡 232 之間之一管透鏡 242。

【0199】 關於圖 10 描述之實施例亦可對於可靠地讀取具有對光線 226 之（若干）波長有效地透明之表面 42 之一拋光基板 44 中之點 32 特別有用。

【0200】 圖 11 展示適於讀取一修改之 2DID 碼之點 32 之另一例示性

光學標記讀取器 220c 之一些組件之一部分示意性側視圖。圖 11 中描繪之許多組件具有類似於圖 9 中描繪之對應組件之功能且已提供有對應參考數字而不論特定組件是否完全相同或可能不同。參考圖 11，工件 46 可為一未拋光工件 46，諸如圖 8 中所示之晶圓 100。特定言之，未拋光工件 46 可具有一個或多個表面 104 及 106，其等為粗糙或在可為（例如）大約 ± 5 微米之表面偏差下鋸切。具有粗糙表面紋理之表面 104 及 106 可使次表面點 32 之陰影之影像模糊或以別的方式不利地影響該等影像。

【0201】 因此，參考圖 8 及其描述，可用一折射率匹配流體 130 覆蓋圖 11 之工件 46 之一個或兩個表面 104 及 106 以減輕表面 104 及 106 中之表面偏差。而且，一光滑外罩 150 亦可用於覆蓋折射率匹配流體 130。

【0202】 折射率匹配流體 130 及外罩 150 可減少具有粗糙表面紋理之表面 104 及 106 之不利效果，使得成像器 228 可準確地辨別由點 32 產生之陰影。

【0203】 圖 12 展示適於讀取一修改之 2DID 碼之點 32 之另一例示性光學標記讀取器 220d 之一些組件之一部分示意性側視圖。圖 12 中描繪之許多組件具有類似於圖 9 中描繪之對應組件之功能且已提供有對應參考數字而不論特定組件是否完全相同或可能不同。參考圖 12，工件 46 具有一基板 44，該基板 44 具有一黑色不透明底部表面 106。在一些實施例中，基板 44 係透明且底部表面 106 塗覆有一黑色或光吸收材料。光吸收材料可經選擇以對所選光源 222 之（若干）發射波長具吸收性及/或光源可經選擇以提供在由底部表面 106 或其塗層吸收之一範圍中之（若干）發射波長。

【0204】 在圖 12 中，光源 222 及成像器 228 分別經定位以在基板 44

之相同(上)表面 104 處導向光且從基板 44 之相同(上)表面 104 接收光。特定言之,光源 222 經定位以沿著橫穿上表面 104 之一照明路徑傳播光 226, 且成像器 228 及光學器件 230 沿著橫穿上表面之一成像路徑定位且可操作以接收傳播通過上表面 104 之光 226c。在一些實施例中,光源 222 以一非垂直入射角將光線 226 導向至基板 44 之上表面 104。在一些實施例中,光源 222 具有擁有 1 度與 70 度之間之一入射角之一照明軸。在一些實施例中,光源 222 之照明軸具有 10 度與 65 度之間之入射角。在一些實施例中,光源 222 之照明軸具有小於或等於 60 度之入射角。

【0205】 再次參考圖 12,光線 226 可透過一聚焦透鏡 250 導向以傳播至基板 44 中。光線 226c 之一些與點 32 相交且經反射以撞擊於成像器 228 上。光線 226d 之一些在點 32 之間穿過且由基板 44 之黑色底部表面 106 或其波長選擇性吸收塗層吸收。對於成像器 228,點 32 對照一黑色背景看似明亮標記。機器視覺軟體中之對比度反轉(例如,淺色對黑色且反之亦然)及特征增強演算法基於其等群組 30 各表示一資料點(或正方形)之點 32 而產生一可靠地可讀取 2DID 圖案。點 32 對照一黑色背景看似明亮標記。

【0206】 圖 13 展示適於讀取一修改之 2DID 碼之點 32 之另一例示性光學標記讀取器 220e 之一些組件之一部分示意性側視圖。圖 13 中描繪之許多組件具有類似於圖 12 中描繪之對應組件之功能且已提供有對應參考數字而不論特定組件是否完全相同或可能不同。參考圖 13,視訊顯微鏡單元 234 採用一長形管,其容納光學地定位於成像器 228 與光學器件 230 之物鏡 232 之間之一管透鏡 242。關於光學標記讀取器 220d,光學標記讀取器 220e 經調適以讀取具有一黑色或黑色塗覆之底部表面 106 之基板 44 中之點 32。

【0207】 圖 14 展示適於讀取一修改之 2DID 碼之點 32 之另一例示性光學標記讀取器 220f 之一些組件之一側視圖，且圖 15 展示圖 14 之放大部分。圖 14 中描繪之許多組件具有類似於圖 13 中描繪之該等組件之功能且已提供有對應參考數字而不論特定組件是否完全相同或可能不同或可能定位於不同相對位置或方位。

【0208】 參考圖 14，工件 46 具有一基板 44，該基板 44 具有一淺色、白色或灰白色不透明底部表面 106。在一些實施例中，基板 44 係透明且底部表面 106 塗覆有一淺色或反射材料。反射材料可經選擇以對所選光源 222 之（若干）發射波長具反射性及/或光源可經選擇以提供在由底部表面 106 或其塗層反射之一範圍中之（若干）發射波長。

【0209】 在圖 14 中所示之例示性光學標記讀取器 220f 中，顯微鏡單元 234 之一成像管 236 額外地容納沿著成像器 228 與管透鏡 242 之間之影像路徑定位之一管線性偏光器 260。在一些實施例中，管透鏡 242 及物鏡 232 協作以界定其間之一準直空間 264。顯微鏡單元 234 亦容納一分束鏡 262，其沿著管透鏡與光學器件 230 之物鏡 232 之間之準直空間 264 中之影像路徑定位。在一些實施例中，物鏡 232 相對於點 32 之位置界定一焦距 F_{Obj} 。分束鏡 262 允許從不透明底部表面 106 反射之光線 226 之一些沿著影像路徑朝著管線性偏光器 260 及成像器 228 傳播。

【0210】 例示性光學標記讀取器 220f 亦採取一照明導管 270，其可經定向以如圖 14 中所示平行於顯微鏡單元 234 之成像管 236。將明白照明導管 270 可經定向以垂直於成像管 236，或其等可具有彼此交替之一方位，接著可由一個或多個照明路徑鏡 272 適應。

【0211】 照明導管 270 可經調適以容納或支撐一照明系統 274，其包含光源 222、一個或多個準直透鏡 278 及一孔隙 280。準直透鏡 278 沿著光源 222 與工件 46 之間之照明路徑定位，且孔隙沿著光源 222 與準直透鏡 278 之間之照明路徑定位。在一些實施例中，孔隙 280 相對於準直透鏡 278 之位置界定一距離 F_{Li} 。孔隙 280 可具有一主空間軸或直徑，其為焦距 F_{Obj} 及距離 F_{Li} 之函數。在一些實施例中，孔隙 280 之直徑或主空間軸係 F_{Li}/F_{Obj} 之一函數。或者，焦距 F_{Obj} 及距離 F_{Li} 可調整為孔隙 280 之直徑或主空間軸之一函數。

【0212】 在一些實施例中，照明導管 270 或照明系統 274 亦包含一導管線性偏光器 282，其可沿著準直透鏡 278 與工件 46 之間之照明路徑定位。導管線性偏光器 282 及/或光源 222 可圍繞照明路徑之軸旋轉以增強影像對比度。

【0213】 照明導管 270 亦可包含一導管調適器 286，其將照明導管之直徑從一直徑改變為另一者，諸如從一較小直徑改變為一較大直徑。與成像管 236 相交之照明導管 270 之一導管區段 290 可具有相同於成像管 236 之直徑之直徑。

【0214】 在圖 14 中所示之例示性實施例中，由光源 222 發射之光線 226 之一些沿著照明路徑傳播通過孔隙 280。此孔隙光線 226g 傳播通過準直透鏡 278。此等準直光線 226h 可傳播通過可選導管線性偏光器。此準直（及偏光）光線 226h 可由多個鏡子 270 之一者反射以與分束鏡 262 相交，該分束鏡 262 使該等光線 226h 通過物鏡 232 朝著工件 46 反射。

【0215】 參考圖 14 及圖 15，物鏡提供聚焦光線 226i，其等反射離開

底部表面 106 且作為光線 226a 朝著點 32 傳播。光線 226a 之一些在形成 2DID 碼之資料點（群組 30 或正方形）之片段之點 32 之間穿過。此等光線 226a 到達相機 224 之成像器 228。光線 226b 之一些由點 32 攔截且衰減及擴散。（諸如）關於圖 9 中所示之實施例所描述，點 32 對照一淺色背景看似一黑色陰影。

【0216】 關於所有描述之例示性實施例，將明白工件 46 及光碼讀取器 220 之一個或多個組件（諸如成像器 228）可在點 32 之檢驗期間全部靜止。工件 46 可藉由一運送機、一卡盤或其他運輸機構放置至一檢驗位置中。在一例示性實施例中，工件 46 將在 X 軸、Y 軸及 Z 軸上保持靜止，且顯微鏡單元 234 之一個或多個光學組件將在 Z 軸上移動至自動聚焦。

【0217】 但是，工件 46 可處於運動中，同時檢驗光學 2DID 碼或光碼讀取器 220 之一個或多個組件可處於運動中，同時檢驗光學 2DID 碼。此運動可包含 X 或 Y 運動及/或 Z 運動（可重點關注相關）。但是，工件 46 及光碼讀取器 220 之一個或多個組件兩者可處於運動中，同時檢驗光學 2DID 碼。

【0218】 在其中運動及碼檢驗係併發之一些實施例中，光源 22 可選通以防止模糊。例如，在一例示性實施例中，點 32 具有大約 2 微米之一直徑且 X/Y 運動可保持於該直徑之四分之一內，諸如大約 0.5 微米。若視訊顯微鏡單元 234 之深度係大約 5 微米，則所期望選通可必需足夠短之光脈衝以將點 32（或 2DID 碼）之影像保持於大約 1.25 微米內。因為 $DD = V/T$ ，所以選通時間間隔將與速度成反比。

【0219】 在一些實施例中，光學標記讀取器採用於解碼 2DID 碼（例

如，GS1 資料矩陣）之一可購得標準軟體套件。在一些實施例中，藉由影像及對比度增強技術（諸如美國專利案第 7,589,869 號中描述之該等技術）來增強標準軟體套件。

【0220】 在一些替代、額外或累積實施例中，藉由用於決定點 32 之群組 30 與資料點（黑色正方形）之相關性之技術來增強標準軟體套件。在一些實施例中，可在針對點 32 及/或點 32 之群組 30 之準則下提供增強或調適之軟體。準則可類似於用於如先前討論之點之選擇及群組形成之準則。此準則可包含（但不限於）以下之一者或多者：點 32 之空間主軸、點 32 之間之距離、點 32 之群組 30 之間之距離、點 32 是否係多於一群組 30 之成員之指示、群組 30 之尺寸、特定點 32 或群組 30 之近似位置及基板 44 內之點 32 之深度。此等值可與（例如）一 2DID 碼之各表示相關且儲存於查詢表中軟體或查詢表亦可包含基於用於製成點所採用之雷射微加工系統 40 之準確性及其他特性之可接受偏差資訊。

【0221】 因此，光學標記讀取器 220 可讀取點 32 且決定其等屬於哪些群組 30（及資料點或正方形）且接著解碼點之群組 30 所表示之 2DID 圖案。將明白，軟體亦可忽視可在基板 44 中出現之缺陷或不完美，此係因為此等缺陷在統計上不可能符合點 32 之準則或由意欲點 32 建立之群組 30 內之點 32 之相對或絕對位置。

【0222】 上述繪示本發明之實施例且並非解釋為限制本發明。雖然已描述若干特定實例實施例，但是熟悉此項技術者將易於明白在不實質上脫離於本發明之新穎教示及優點下對揭示之例示性實施例以及其他實施例之許多修改係可行的。

- 142 平坦表面
- 150 外罩
- 220 光學標記讀取器
- 220a 光學標記讀取器
- 220b 光學標記讀取器
- 220c 光學標記讀取器
- 220d 光學標記讀取器
- 220e 光學標記讀取器
- 220f 光學標記讀取器
- 220g 光學標記讀取器
- 222 光源
- 224 相機
- 226 光線
- 226a 光線
- 226b 光線
- 226c 光線
- 226d 光線
- 226g 光線
- 226h 光線
- 226i 光線
- 228 成像器
- 230 光學器件

- 232 透鏡
- 234 視訊顯微鏡單元 / 顯微單元
- 240 擴散器
- 242 管透鏡
- 250 聚焦透鏡
- 260 管線性偏光器
- 262 分束鏡
- 264 準直空間
- 270 照明導管
- 272 照明路徑鏡
- 274 照明系統
- 278 準直透鏡
- 280 孔隙
- 282 導管線性偏光器
- 286 導管調適器
- 290 導管區段

公告本

發明摘要

※ 申請案號：104106234

※ 申請日：104/02/26

※IPC 分類：G06K 19/06 (2006.01)
G06K 7/10 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

光學標記讀取器

OPTICAL MARK READER

【中文】

一二維碼內之各資料點可由點(32)之一散佈表示。可使各點(32)足夠小以對人眼不可見，使得該二維碼可在透明或非透明材料上或內不可見。該等點(32)可以一較大距離間隔以增加一光碼讀取器之信雜比。一碼讀取器可經調適以讀取該等點(32)且決定該等資料點。

【英文】

Each data point within a two-dimensional code can be represented by a distribution of spots (32). Each spot (32) can be made small enough to be invisible to the human eye so that the two-dimensional code can be invisible on or within transparent or nontransparent materials. The spots (32) can be spaced at a large distance (s) to increase the signal-to-noise ratio for an optical code reader. A code reader can be adapted to read the spots (32) and determine the data points.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 9 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

32	點
44	基板
46	工件
104	表面
106	表面
220a	光學標記讀取器
222	光源
224	相機
226	光線
226a	光線
226b	線
228	成像器
230	光學器件
232	透鏡
234	視訊顯微鏡單元 / 顯微單元
240	擴散器

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

圖式

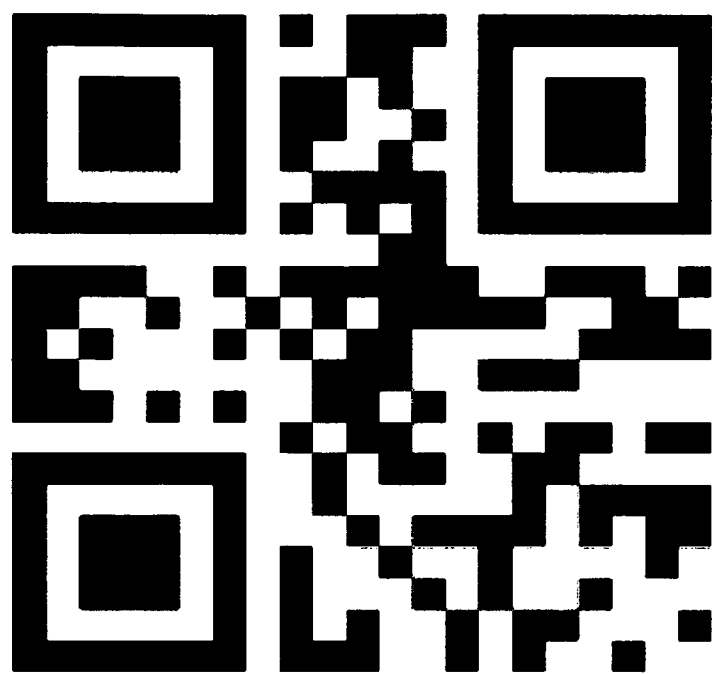


圖 1

先前技術

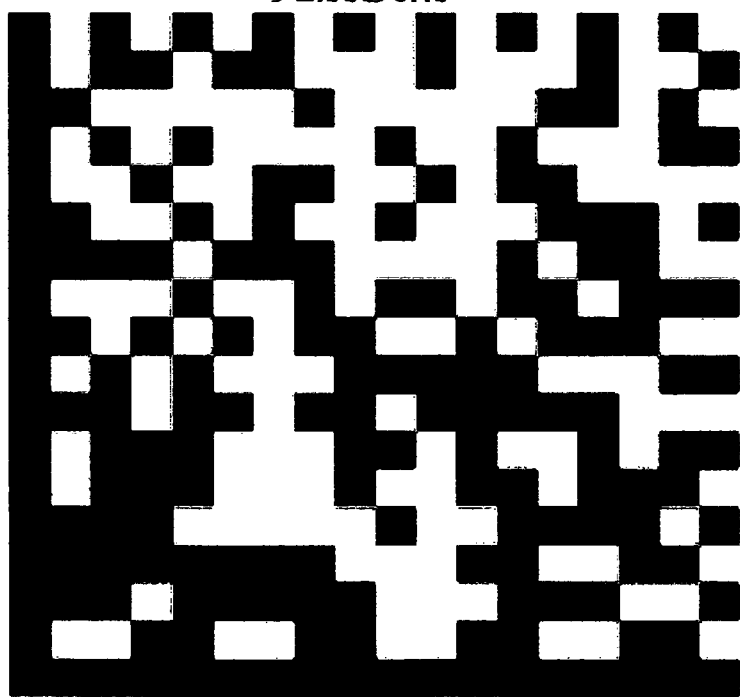


圖 2

先前技術

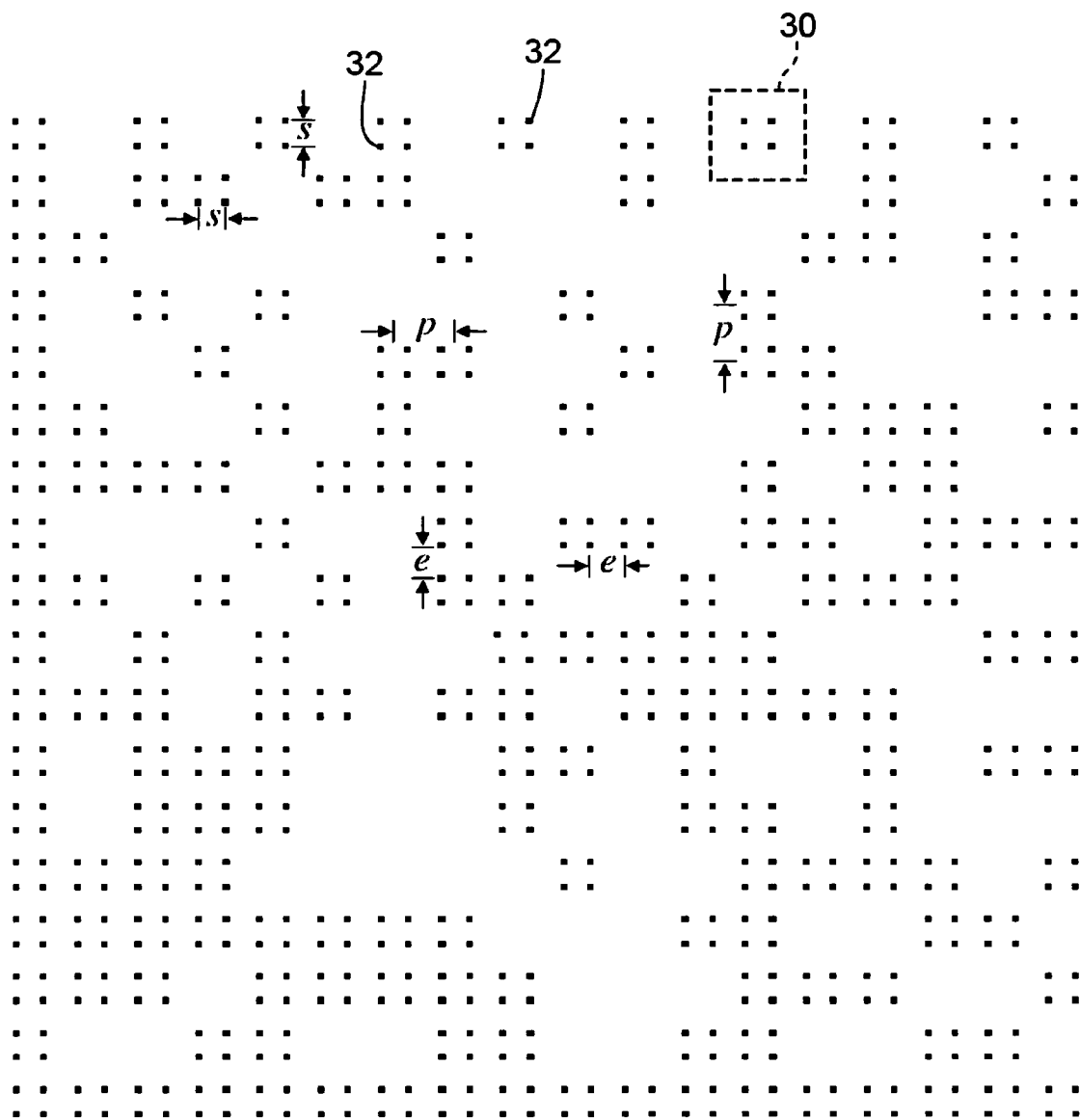


圖 5

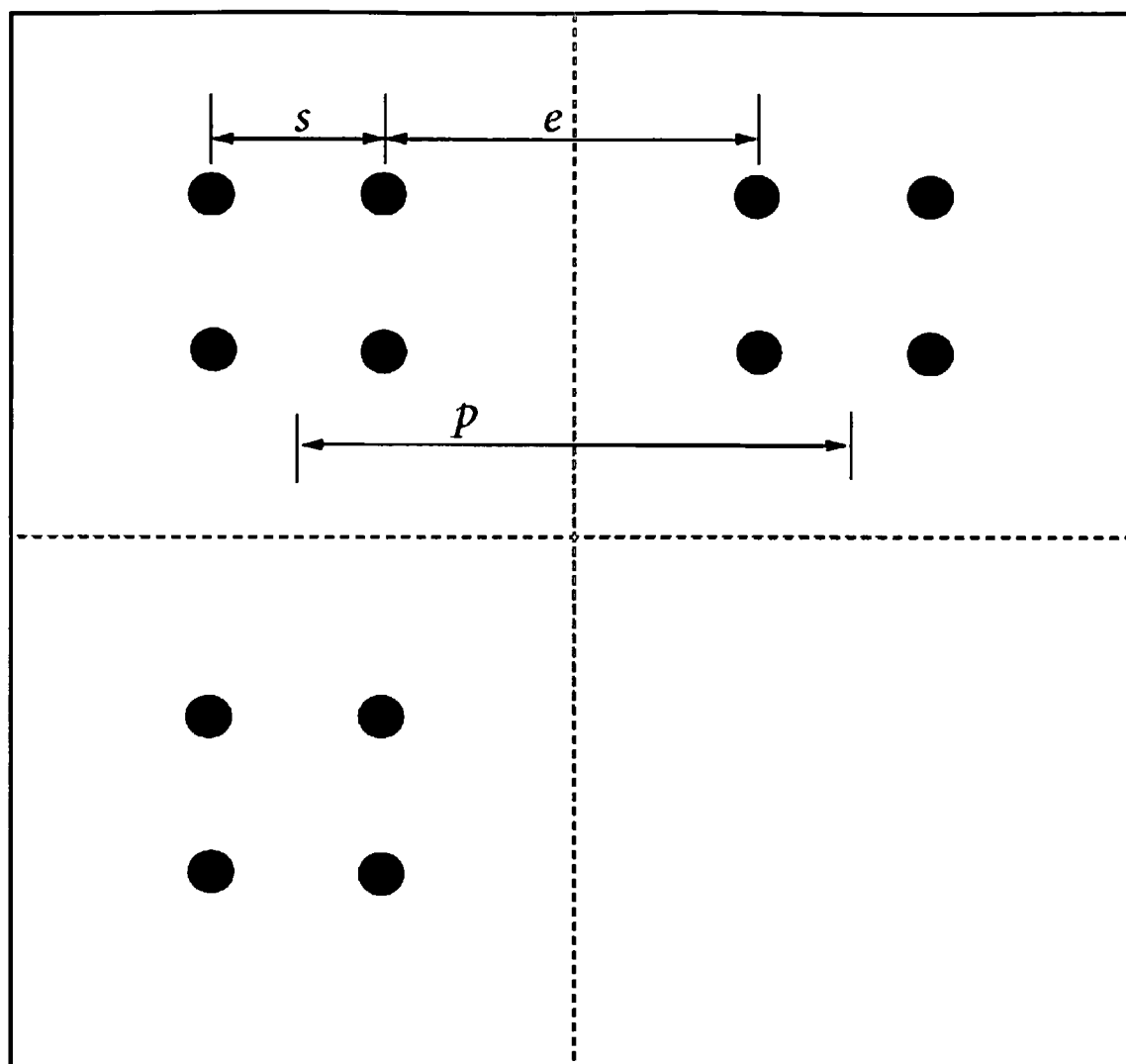


圖 5A

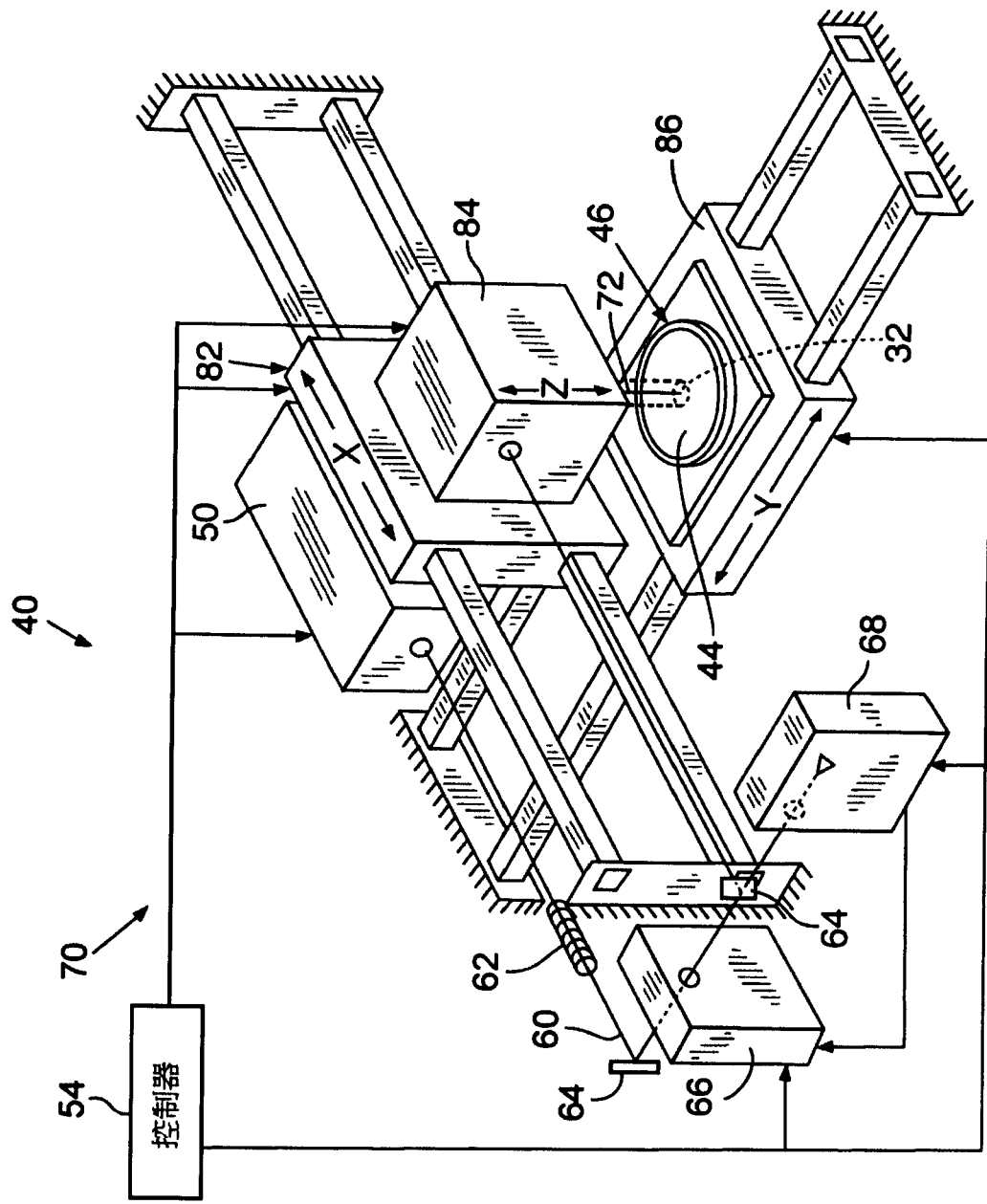


圖 6

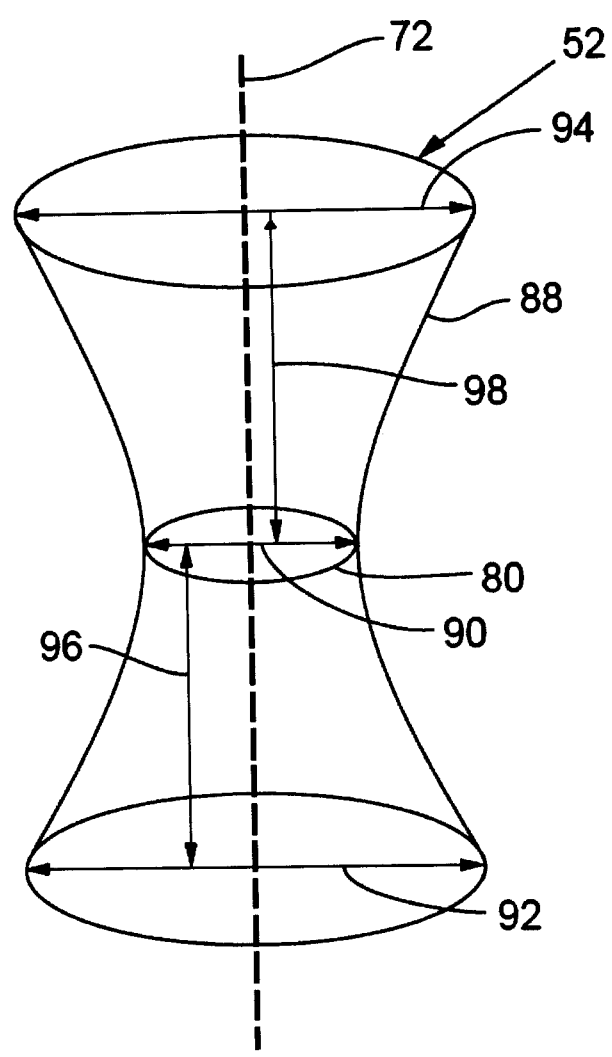


圖 7

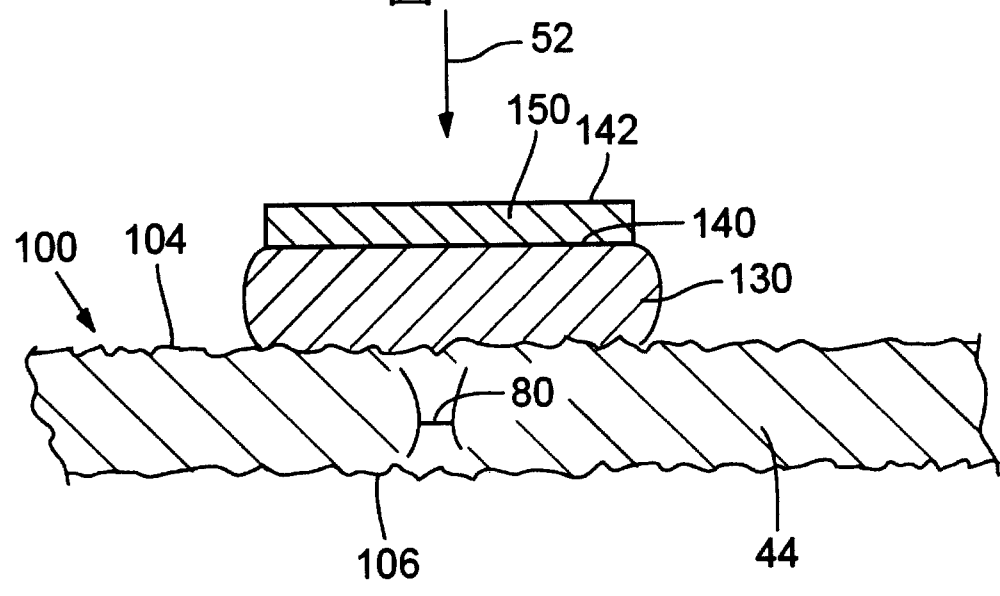


圖 8

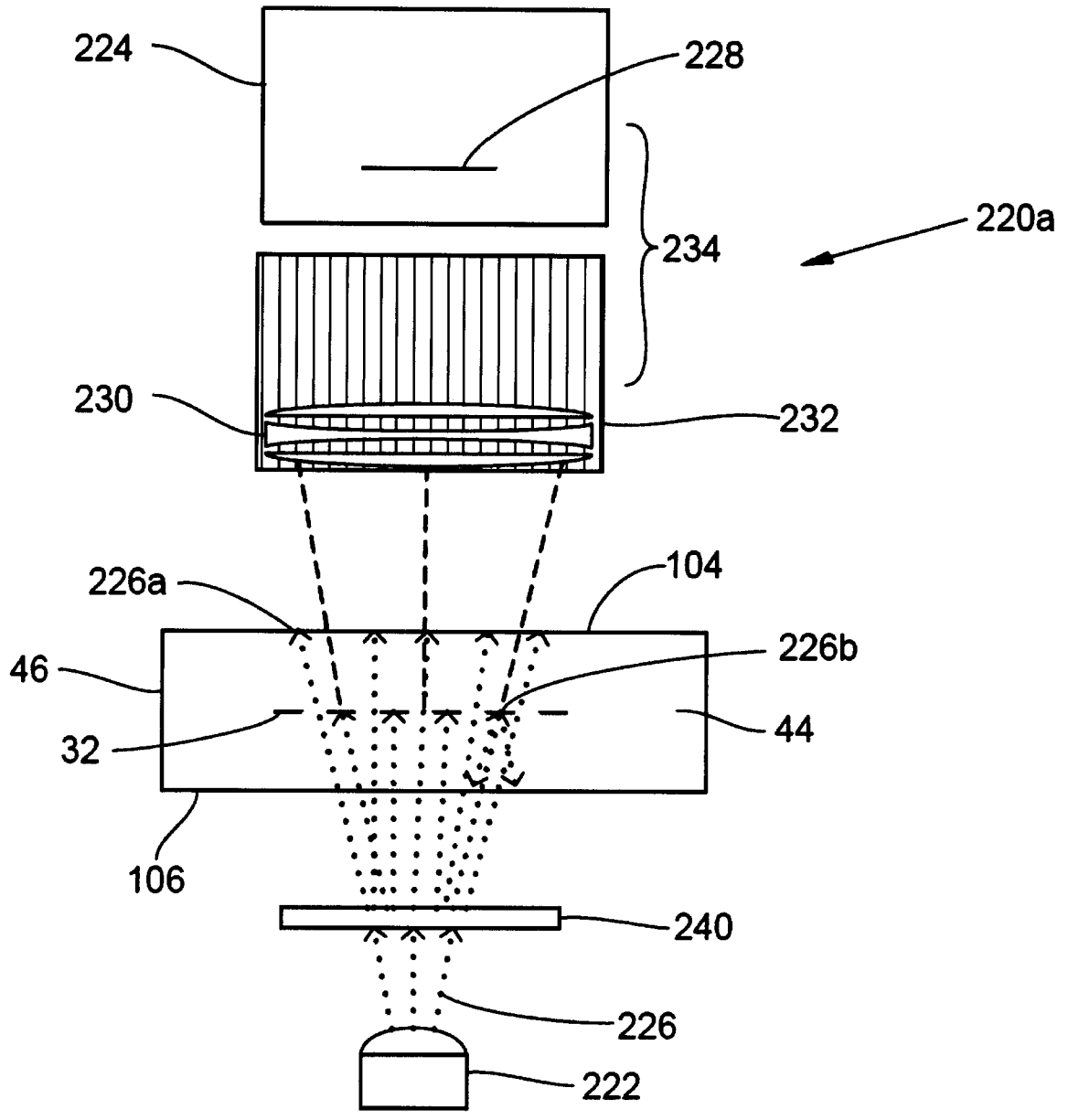


圖 9

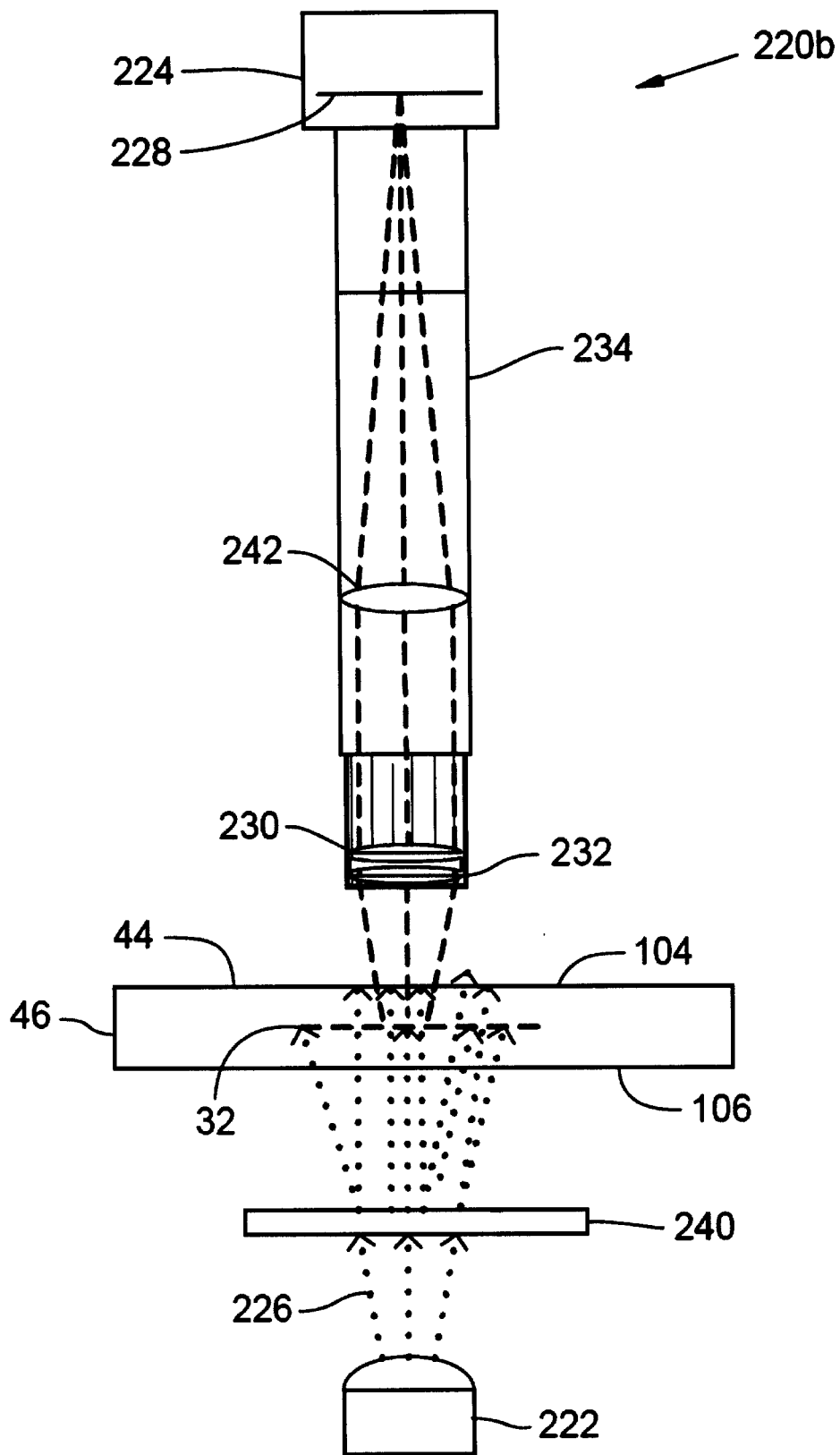


圖 10

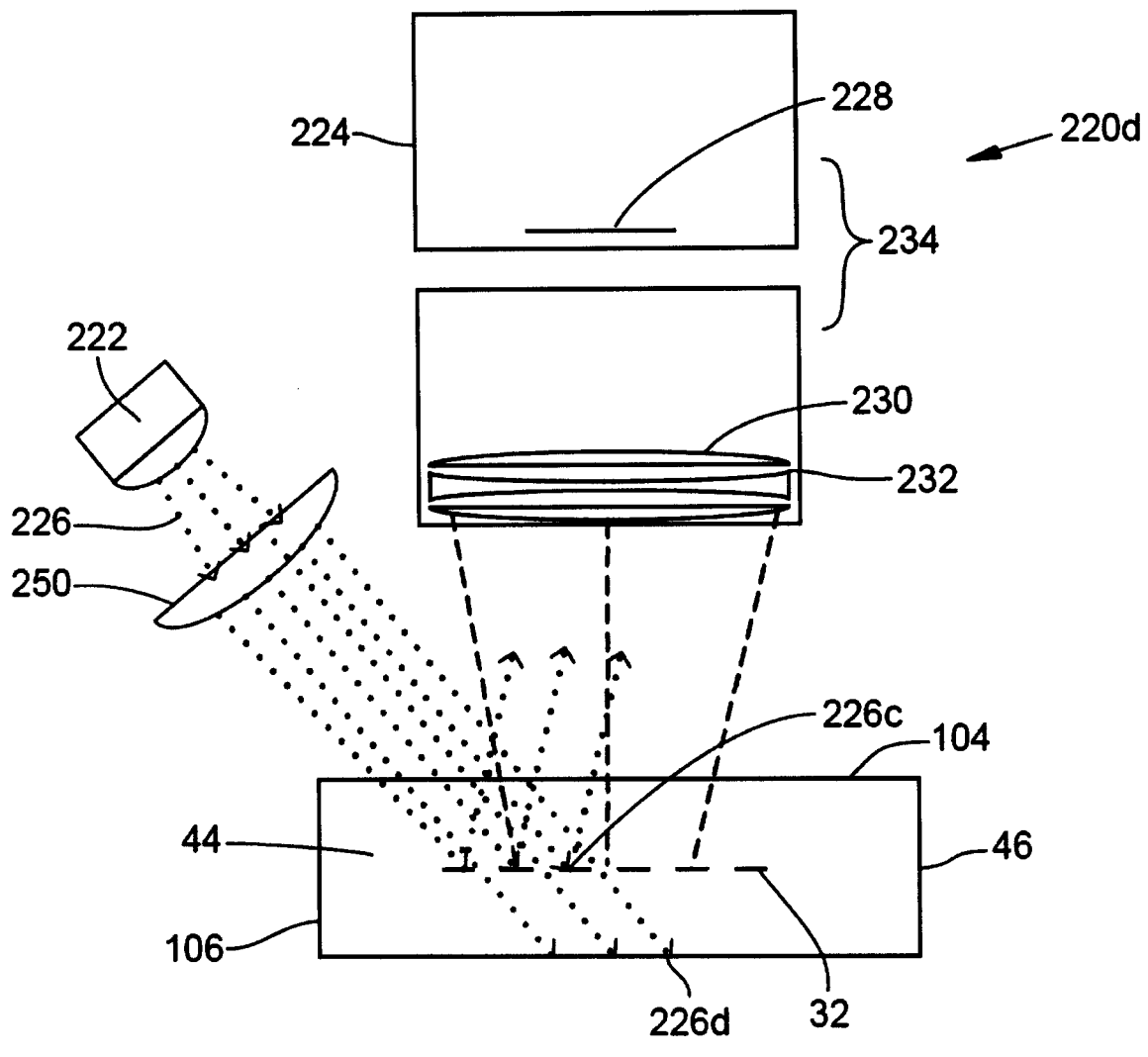


圖 12

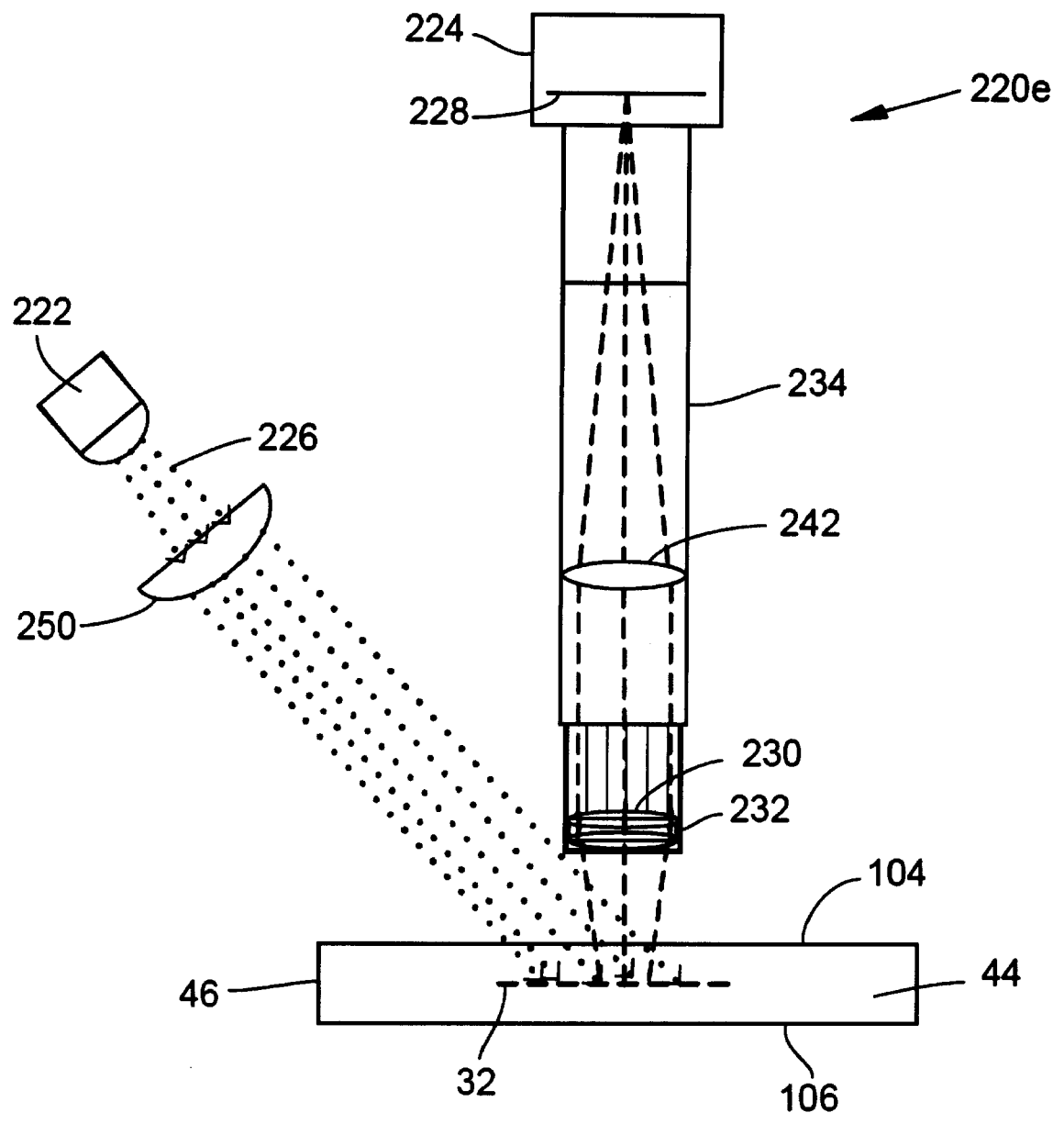


圖 13

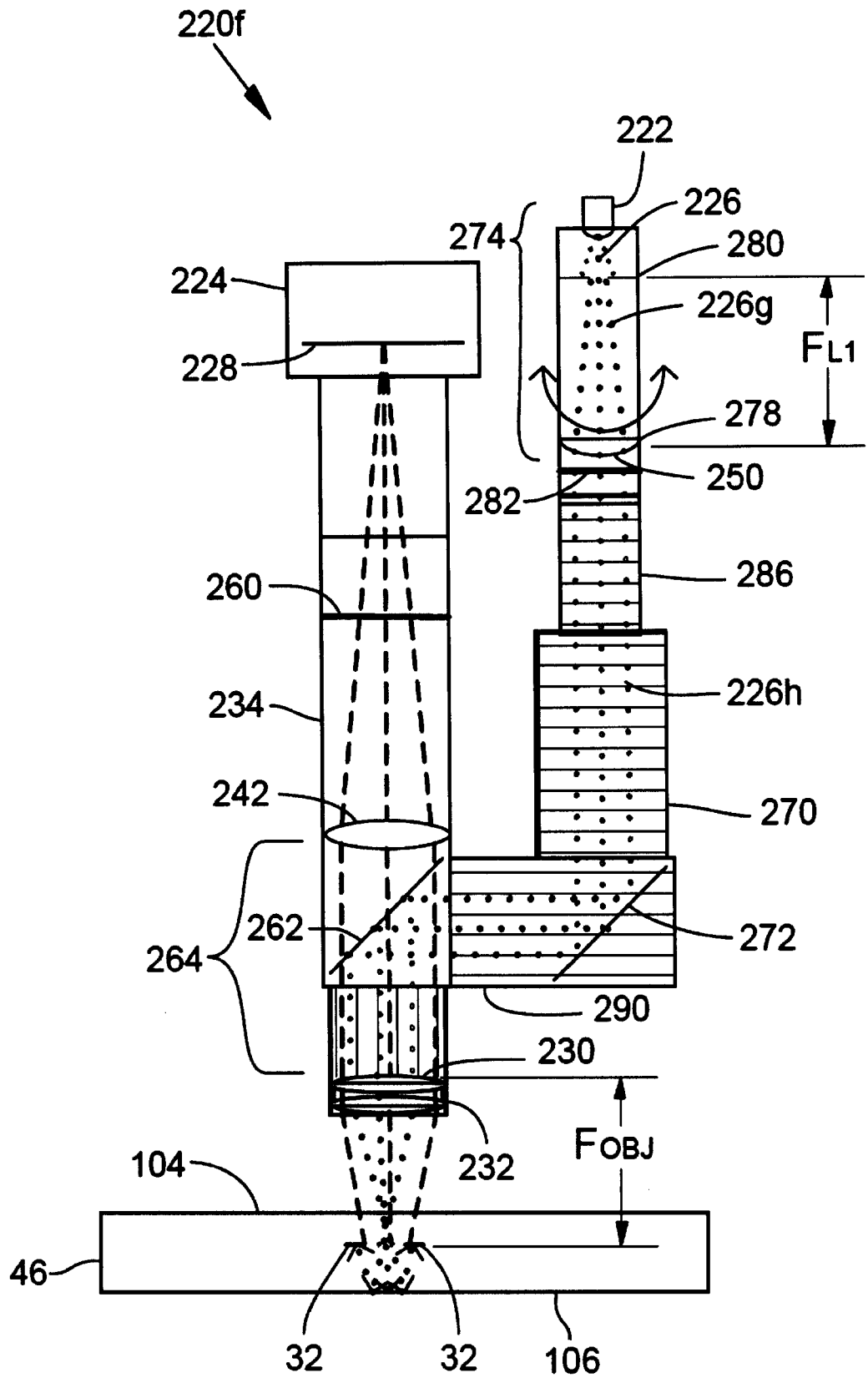


圖 14

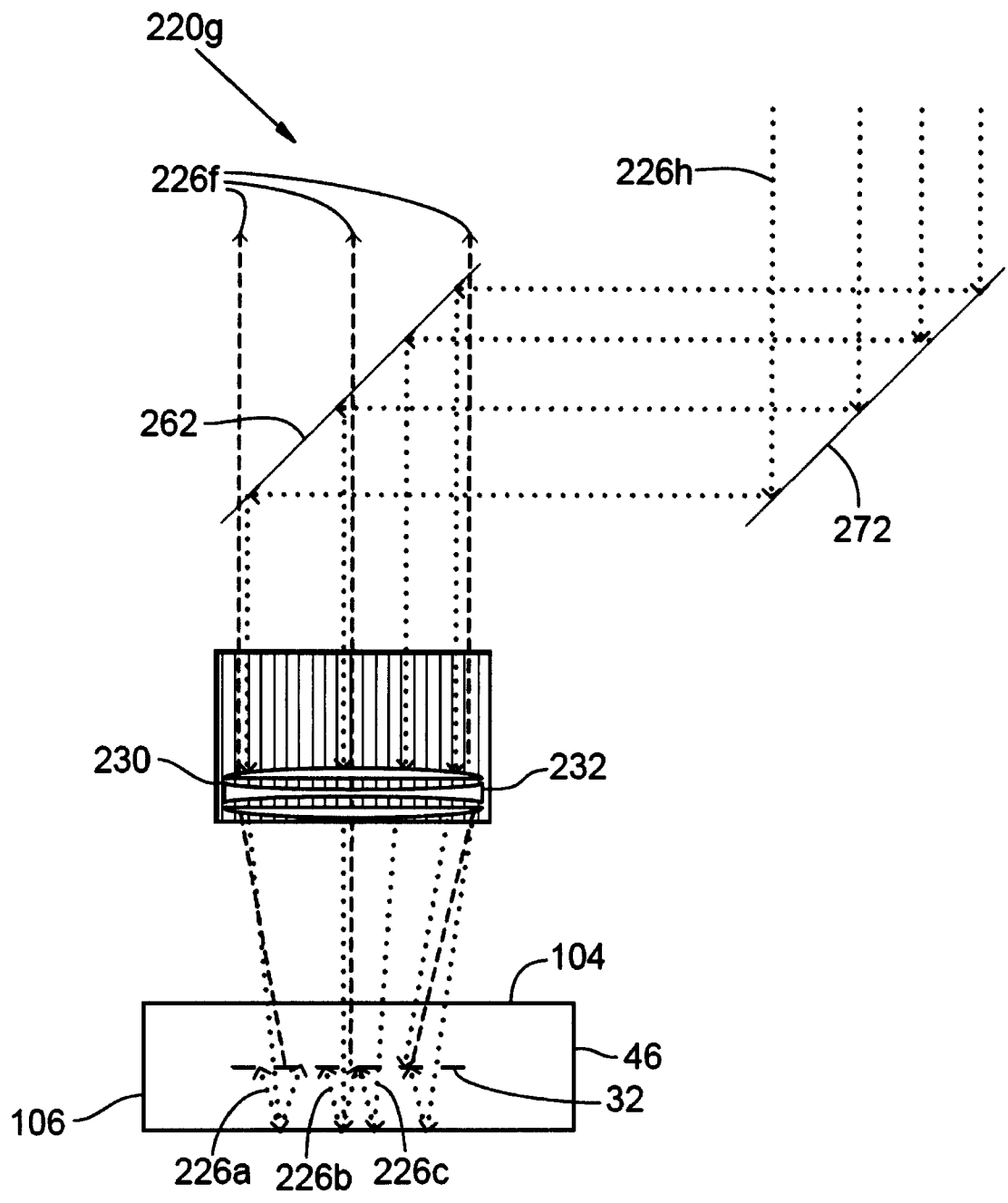


圖 15

【0223】 因此，所有此等修改易欲包含於如申請專利範圍中定義之本發明之範疇內。例如，熟練人員將明白，任何句子或段落之標的可與其他句子或段落之一些或所有之標的組合，除非此等組合互斥。

【0224】 對於熟悉此項技術者顯而易見的是可在不脫離於本發明之基本原理下對上文描述之實施例之細節作出許多改變。因此，本發明之範疇應由以下申請專利範圍決定，其中申請專利範圍之等效例將包含於其中。

【符號說明】

【0225】

- 10 方格圖案
- 12 縮小標記 / 標記
- 14 放大標記 / 標記
- 16 邊緣
- 18 未對準標記 / 標記
- 30 群組
- 32 點
- 40 雷射微加工系統
- 42 表面
- 44 基板
- 46 工件
- 50 雷射
- 52 雷射脈衝
- 54 控制器

- 60 光學路徑
- 62 雷射光學器件
- 64 摺疊鏡
- 66 衰減器或脈衝拾取器
- 68 回饋感測器
- 70 雷射束定位系統
- 72 束軸
- 80 焦點
- 82 雷射台
- 84 迅速定位器台 / 迅速定位器 Z 台
- 86 工件台
- 88 空間能量散佈
- 90 束腰部
- 92 主軸
- 94 主軸
- 96 距離
- 98 距離
- 100 晶圓
- 104 表面
- 106 表面
- 130 塗層材料 / 折射率匹配流體
- 140 平坦表面

申請專利範圍

1. 一種用於讀取具有第一及第二相對表面之一基板內之一二維識別碼之方法，該方法包括：

將光朝著該基板之一第一表面導向，其中該光具有一波長，且其中該基板對該波長透明，其中該二維碼由該基板內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點，其中該光之一第一部分由該等點阻擋，且其中該光之一第二部分穿過超出該等點且傳播通過該基板之該第二表面；

放大傳播通過該基板之該第二表面之該光之該第二部分；

利用一成像器使傳播通過該基板之該第二表面且放大之該光之該第二部分成像；

分析該光之該第二部分之一影像及由該光之該第一部分之阻擋引起之陰影以決定該等點之該散佈；及

基於由該成像器成像之該等點之該散佈決定該二維碼。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中放大步驟採用一光學系統，其能夠達成大於 80 個線對/毫米之一調變傳送函數。

3. 一種光碼讀取器，其包括：

一光源，其用於照亮具有第一及第二相對表面之一基板之一工件，其中該光具有一波長，其中該光可操作以用於在該基板處之導向，其中該基板對該光之該波長透

明，且其中該基板具有彼此遠離之第一及第二表面；

一光學系統；

一成像器，其用於接收傳播通過該基板之光或用於接收由在該等第一與第二表面之間嵌入於該基板內之一個或多個點反射之光；

第一電子電路，其用於分析該光之一影像以決定該等點之該散佈；及

第二電子電路，其用於基於由該成像器成像之該等點之該散佈決定該二維碼。

4. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該光源經定位以沿著橫穿該第一表面之一照明路徑傳播該光，且其中該成像器及該光學系統沿著可操作以接收從該第二表面反射之該光之一成像路徑定位。
5. 如申請專利範圍第 4 項之光碼讀取器，其中該第一電子電路分析由藉由點阻擋該光引起之陰影。
6. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該光源經定位以沿著橫穿該第一表面之一照明路徑傳播該光，且其中該等成像器及光學系統沿著橫穿該第一表面且可操作以接收傳播通過該第一表面之該光之一成像路徑定位。
7. 如申請專利範圍第 6 項之光碼讀取器，其中該等點至少部分對該光具反射性，其中該第二表面或其上之一層至少部分對該光具吸收性，且其中第一電子電路分析從該等點反射之該光。
8. 如申請專利範圍第 6 項之光碼讀取器，其中該等點至少部分對該光具吸收性，其中該第二表面或其上之一層至少部分對該光具反射性，且其中該第一電子電路分析由藉由該等點阻擋該光引起之陰影。

9. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該二維碼由該基板內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點。
10. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該照明路徑以一垂直角橫穿該第一表面。
11. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該光源沿著大致上垂直於該基板之該第一表面之一照明軸定位。
12. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該成像器沿著該照明軸定位。
13. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該光源沿著具有並非垂直於該基板之該第一表面之一入射角之一照明軸定位。
14. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該成像器沿著垂直於該第一表面之一成像軸定位。
15. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該光碼讀取器具有大於 50 個線對/毫米之一調變傳送函數。
16. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該光學系統提供大約 ± 50 μm 之一景深。
17. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該光學系統提供大約 ± 10 μm 之一景深。
18. 如申請專利範圍第 3 項之光碼讀取器，其中該光學系統提供大約 ± 2.5

μm 之一景深。

19. 一種用於讀取具有第一及第二相對表面之一基板內之一二維識別碼之方法，該方法包括：

將光朝著該基板之該第一表面導向，其中該光具有一波長，且其中該基板及其第一表面對該波長透明，其中該二維碼由該基板內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點，其中該光之一第一部分穿過超出該等點且在該第二表面處吸收，其中該第二表面或施覆於其上之一塗層對該波長具吸收性，且其中該光之一第二部分穿過超出該等點且通過該第一表面傳播通過該基板之該第二表面；

放大傳播通過該第一表面之該光之該第二部分；

利用一成像器使傳播通過該第一表面且放大之該光之該第二部分成像；
分析該光之該第二部分之一影像及由該光之該第一部分之吸收引起之一黑色背景以決定該等點之該散佈；及

基於由該成像器成像之該等點之該散佈決定該二維碼。

20. 一種用於讀取具有第一及第二相對表面之一基板內之一二維識別碼之方法，該方法包括：

將光朝著該基板之該第一表面導向，其中該光具有一波長，且其中該基板及其第一表面對該波長透明，其中該二維碼由該基板內之一點散佈表示，其中該點散佈包括多個群組之點，該等群組之點包含第一及第二群

組之點，其中該等第一及第二群組之點之各者代表一幾何形狀，使得該點散佈形成一陣列之多列及多行幾何區域，其中該等幾何區域之一些包含一群組之點且該等幾何區域之一些缺少點，其中該光之一些穿過超出該等點且藉由該第二表面變為反射光，其中該第二表面或施覆於其上之一塗層對該波長具吸收性，其中該反射光之一第一部分由該等點阻擋且其中該反射光之一第二部分穿過超出該等點且傳播通過該基板之該第一表面；

放大傳播通過該第一表面之該反射光之該第二部分；

利用一成像器使傳播通過該基板之該第二表面且放大之該反射光之該第二部分成像；

分析該反射光之該第二部分之一影像及由該反射光之該第一部分之阻擋引起之陰影以決定該等點之該散佈；及

基於由該成像器成像之該等點之該散佈決定該二維碼。