

發明專利說明書

200532169

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94104234

※申請日期：94.2.14

※IPC 分類：G01B

一、發明名稱：(中文/英文)

高效率之低相干性干涉法

HIGH EFFICIENCY LOW COHERENCE INTERFEROMETRY

G01B9/02

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商歐普特謬有限公司

OPTOVUE, INC.

代表人：(中文/英文)

傑 魏

WEI, JAY

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州費爾蒙特市克理斯提街41752號

41752 CHRISTY STREET, FREMONT, CA 94538, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

傑 魏

WEI, JAY

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2004年02月10日；60/543,767

2.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於干涉法，而特定言之係關於可在非侵入式光學成像及測量裝置(例如，光學相干性斷層攝影法及光學相干性反射法)中採用之高效率干涉儀。

【先前技術】

由經典的白色光干涉儀衍生出之低相干性干涉法在過去約十年間就其應用於光學相干性反射法及光學相干性斷層攝影法而受到越來越多的詳細檢查。光學相干性反射法及光學相干性斷層攝影法皆係用以映射眼睛影像且對於診斷及治療眼疾極為有效之技術。進一步，低相干性干涉法可用在內視鏡檢查法、腹腔鏡檢查法、顯微鏡檢查法以及可運用干涉法技術之任何其他技術中。

圖1說明一傳統的相干性干涉儀100之一範例。如圖1所示之低相干性干涉儀100係一簡單的Michaelson干涉儀，其包括一光源101、一分光器102及一光學信號處理單元110。如圖1所示，分光器102可能係一2X2的分光器，其將來自光源101而從光源臂103接收之一低相干性光束分成一耦合進參考臂104之參考光束與一耦合進樣本臂105之樣本光束。藉由參考112將參考臂104上的參考光束反射回給分光器102，而藉由樣本111將樣本臂105上的樣本光束反射回給分光器102。分光器102使反射的參考光束分開進入光源臂103與信號臂106。同樣，分光器102使來自樣本111之反射光束分開進入光源臂103與信號臂106。從而，將來自

樣本111與來自參考112之反射光束組合成一組合光束，該組合光束係藉由分光器102而耦合進光源臂103。藉由一光偵測器與一透射放大器TIA 107來接收信號臂106中的信號光束，其中將該光學信號轉換為一電子信號。將該電子信號耦合進光學信號處理單元110以作進一步處理。在光學信號處理單元110中實行的光學信號處理功能可包括帶通過濾、信號放大、解調變、低通過濾及其他處理功能。可經由硬體或軟體來處理在光學信號處理單元110獲得之光學信號以對樣本111(受測試樣本)之結構及光學特性進行成像及分析。

Youngquist與Davis在1987年3月「光學期刊」第12期第158至160頁中論述基於如圖1所示之該Michaelson干涉儀之一光學相干性域反射計之一範例。Park在1987年「應用光學」中說明具有一用於斷層攝影成像的橫向掃描機構之一光學反射法。第5,321,501號美國專利案中亦論述基於用於生物組織影像的干涉法而對生物組織進行成像之光學相干性斷層攝影法。

在圖1所示的Michaelson干涉儀範例中，來自樣本臂105及參考臂104的反射信號之部分亦傳播進光源臂103。此情形對光學性能不利。首先，有用的信號丟失至光源臂103。其次，光源臂103中的反射光將使得由光源101產生的光束上之雜訊增加。

在1999年11月「光學期刊」第24卷第21號中Rollin的論文裏說明針對反射光進入光源臂103之一解決方式。如圖2

所示，將一光循環器202插入干涉儀200之光源臂103內。光束路徑203係光耦合於分光器102與循環器202之間。如圖2所示，從分光器102沿路徑203而反射的光進入循環器202並經由光束路徑205而發送至偵測器207。來自偵測器107與207之輸出信號係組合於差動放大器208中且然後輸入給光學信號處理單元110。此一配置係用於二目的：首先，將該等反射光束發送進偵測器光束路徑205及106；以及，其次，循環器202亦充當一隔離器以讓反射光保持遠離光源101。

第6,501,551號美國專利案中揭示另一方法。在該'551專利中所說明的解決方式中，樣本臂105與參考臂104皆包括一光循環器。然後，將來自樣本111與參考112之反射信號發送至有別於分光器102之另一分光器。在於一平衡偵測接收器中從一通道減去另一通道之前，可個別地接收、解調變及處理新分光器之二輸入信號。

但是，於偵測器107測量出的信號強度亦對從樣本111反射的光束之極化狀態敏感。若樣本111之樣本材料雙折射性極強則尤為有利。圖3以一干涉儀系統300為例來進行說明，如Sorin在第5,202,745美國專利案中所揭示。干涉儀系統300可能與從樣本111反射的樣本光束之極化狀態無關，因為偵測器臂106可能係光耦合至一極化分集接收器。如圖3所示，該極化分集接收器可包括藉由傳輸臂306與307而分別耦合至光偵測器310與311之極化分光器305。如圖3所示，首先藉由將來自光源臂103之光耦合進一線性

極化器 302 而將光源 101 線性極化。將極化分光器 (PBS) 305 放置於該偵測器臂 106 中以將該光束分成二個正交極化的光束路徑 306 及 307。亦可將一極化控制器 308 耦合進參考臂 104 並將其調整成在該極化分集接收器之極化臂 306 及 307 中的每一臂中產生相等的參考信號功率。在光學信號處理單元 110 中對上述二極化臂信號進行加總之前，對該等信號進行個別的解調變及處理。在作為範例的干涉儀系統 300 中，無論樣本臂 105 中反射光束之極化狀態如何，來自樣本臂 105 之反射光束最終皆將干涉其自身適當極化之參考光束，並將對所產生的光束進行加總。相對於該樣本光束的極化狀態之變化，該信號不變。

但是，圖 2 及 3 中所說明的系統皆未解決該極化問題與光反射回進入該光源之問題。根據先前技術之上述缺點及其他不足之處，需要解決存在於一單一干涉儀中的極化以及光反射進光源臂之問題，此係使該信號最大化、與因該樣本、該等偵測器所致之極化變化保持一致以及減小來自該光源的雜訊位準之需要。

【發明內容】

依據本發明，提出一種解決該極化與該反射光問題之干涉儀之具體實施例。一種依據本發明之具體實施例之干涉儀可包括：一光源；耦合至該光源之一隔離器；耦合至該隔離器之極化相關光學元件；耦合至該極化相關光學元件之一參考臂；以及耦合極化相關光學元件之一樣本臂；以及耦合至該極化相關光學元件之一或多個光偵測器；其中

該極化相關光學元件將光耦合進該參考臂及該樣本臂，從該參考臂及該樣本臂接收反射光，並將光提供給該等偵測器以使得能在耦合至該或該等一或多個光偵測器之一光學信號處理器中形成一與極化無關的光學信號，而且其中該隔離器阻擋來自該參考臂及該樣本臂之反射光進入該光源。

在本發明之某些具體實施例中，該隔離器可包括一耦合成從一第一埠中的光源接收光之循環器。在某些具體實施例中，該極化相關光學元件可包括：一極化相關分光器，其耦合成從該循環器之一第二埠接收光，該極化分光器提供一第一極化之光，接收從該樣本臂及該參考臂反射之光，並依據極化而向該或該等一或多個光偵測器之一第一偵測器以及向該循環器之第二埠提供光；一分光器，其係耦合成從該極化分光器接收該第一極化之光，該分光器將該第一極化之光耦合進該參考臂及該樣本臂並將來自該參考臂與該樣本臂之反射光耦合進該極化相關分光器，其中該循環器經由一第三埠向該或該等一或多個光偵測器之一第二偵測器提供光。

在某些具體實施例中，該隔離器包括一分光器，該分光器接收來自一光源之光並於一第一極化提供一第一光束而於一第二極化提供一第二光束。在某些具體實施例中，該極化相關光學元件包括：一法拉第旋轉器，其耦合成接收該第一光束及該第二光束；一波板，其係耦合至該法拉第旋轉器，其中該第一光束之極化係旋轉成該第二極化，而

該第二光束之極化係旋轉成該第一極化；一稜鏡，其耦合接收來自該波板之第一光束與第二光束並將該第一光束與該第二光束組合；以及一分光器，其耦合至該稜鏡，該分光器向該參考臂及該樣本臂提供光並接收來自該參考臂與該樣本臂之反射光，其中，該反射光係藉由該稜鏡中的極化而分離，該極化係藉由該波板與該法拉第旋轉器而旋轉，而該分光器重新組合該等光束並將一組合光束耦合至一第二極化分光器，而且其中該第二極化分光器依據極化來分離該光束並係耦合至該或該等一或多個光偵測器。在某些具體實施例中，可包括一耦合成從該分光器接收反射光之功率監視器。

在某些具體實施例中，該隔離器可包括一耦合進該參考臂之第一循環器與一耦合進該樣本臂之第二循環器。在某些具體實施例中，該極化相關光學元件可包括：一線性極化器，其係耦合接收並極化來自該光源之光；一第一分光器，其耦合接收來自該線性極化器之光並向該參考臂中的第一循環器之一第一埠及該樣本臂中的第二循環器之一第一埠提供一光束，其中該第一循環器之第二埠係耦合至一參考，而該第二循環器之第二埠係耦合至一樣本；一第二分光器，其耦合接收來自該第一循環器之一第三埠及該第二循環器之一第三埠之光並提供一組合光束；以及一極化相關分光器，其耦合接收該組合光束並向該或該等一或多個光偵測器提供一第一極化之一第一光束與一第二極化之一第二光束。在某些具體實施例中，一功率監視

器耦合至該第二分光器。

在某些具體實施例中，該隔離器可包括一極化相關分光器，該極化相關分光器耦合成接收來自該光源之光並提供一第一極化之一光束。在某些具體實施例中，該極化相關光學元件可包括：一法拉第旋轉器與一波板，其耦合成接收該第一極化之光束並輸出該第一極化之光束；一第二極化分光器，其耦合成從該法拉第旋轉器與該波板接收該第一極化之光束，並透射該第一極化之光束；以及一分光器，其耦合成從該第二極化分光器接收該第一極化之光束，將該第一極化之光束耦合於該樣本臂與該參考臂中，接收來自該樣本臂與該參考臂之一反射光束，並將來自該樣本臂與該參考臂之反射光束組合成一組合反射光束，其中藉由該第二極化分光器將該組合反射光束分成一第一極化之一組合反射光束與一第二極化之一組合反射光束，該第二極化之組合反射光束耦合至該或該等一或多個光偵測器，而且其中，該第一極化之一組合反射光束係藉由該法拉第旋轉器及該波板而極化旋轉為該第二極化並係藉由該極化分光器而耦合進該或該等一或多個光偵測器中的另一光偵測器。在某些具體實施例中，可能將一功率監視器耦合至該分光器。

在某些具體實施例中，其中該隔離器係一極化相關分光器，該極化相關光學元件可包括：一法拉第旋轉器及波板，其耦合成接收該第一極化之第一光束並將該極化旋轉為一第二極化；一第二稜鏡，其耦合成從該法拉第旋轉器

及波板接收該第二極化之光束；一分光器，其耦合成從該第二稜鏡接收該第二極化之光束，將光耦合進該參考臂及該樣本臂，從該參考臂及該樣本臂接收一反射光束，並提供一組合的反射光束，其中該組合的反射光束係藉由該第二稜鏡中的極化而分成該第一極化之一第一反射光束與該第二極化之一第二反射光束，其中該法拉第旋轉器及波板將該第二極化之第二反射光束之極化旋轉成該第一極化，而且其中，該極化相關分光器將該第二反射光束耦合進該或該等一或多個光偵測器。在某些具體實施例中，可能將一功率監視器耦合至該分光器。

在某些具體實施例中，該極化相關光學元件可包括：一法拉第旋轉器及波板，其耦合成接收該第一極化之第一光束並透射該第一極化之第一光束；一第二稜鏡，其耦合成從該法拉第旋轉器及波板接收該第一極化之第一光束；一分光器，其耦合成從該第二稜鏡接收該第一極化之第一光束，將光耦合進該參考臂及該樣本臂，從該參考臂及該樣本臂接收一反射光束，並提供一組合反射光束，其中該組合的反射光束係藉由該第二稜鏡中的極化而分成該第一極化之一第一反射光束與該第二極化之一第二反射光束，其中該法拉第旋轉器及波板透射該第一極化之第一反射光束，而且其中，該極化相關分光器將該第一反射光束耦合進該或該等一或多個光偵測器。在某些具體實施例中，可能將一功率監視器耦合至該分光器。在某些具體實施例中，該第二稜鏡將該第二極化之第二反射光束耦合進該或

該等一或多個偵測器。

在某些具體實施例中，該極化相關光學元件可包括：一線性極化器，其耦合於該極化相關分光器與該光源之間，該線性極化器藉由一第一極化與一第二極化而提供一光束；一四分之一波板，其係耦合成從該極化相關分光器接收該第一極化之光；一鏡，其耦合成接收來自該四分之一波板之光並將光反射回去穿過該四分之一波板以向該極化相關分光器提供該第一極化之光；一第二波板，其耦合成從該極化相關分光器接收該第一極化之光並向該參考臂提供循環極化的光，其中來自該參考臂之反射光係該極化相關分光器處第二極化之光；一線性極化器，其定向為傳遞來自第一極化與第二極化的光之一耦合的相等部分以接收來自該極化相關分光器之一組合光束，該組合光束包括從該鏡反射之光與從該參考臂反射之光；以及一分光器，其耦合成接收來自該線性極化器之光並向該樣本臂提供光，其中來自該樣本臂之反射光係藉由該分光器而耦合進該或該等一或多個偵測器。

在某些具體實施例中，其中該隔離器係一循環器，該極化相關光學元件可包括：一極化相關分光器，其耦合成從該循環器之一第二埠接收光，該極化相關分光器提供一第一光束；一分光器，其耦合成接收該第一光束，以向該參考臂與該參考臂提供光，並接收來自該樣本臂與該參考臂之反射光束，其中，該反射光束之一第一部分係藉由該分光器而耦合進該或該等一或多個光偵測器，而該反射光束

之一第二部分係藉由該分光器而耦合進該極化相關分光器，其中，關於一第一極化之第二部分係耦合進該循環器之第二埠，該循環器之第三埠耦合至該或該等一或多個光偵測器，而且其中，關於一第二極化之第二部分係藉由該極化相關分光器而耦合進該或該等一或多個光偵測器。

下面結合以下圖式來進一步論述該些及其他具體實施例。

【實施方式】

依據本發明之某些具體實施例，提出一種可在非侵入光學成像及測量裝置(例如，光學相干性斷層攝影法及光學相干性反射法)上採用之高效率干涉儀。此外，依據本發明之光學相干性斷層攝影裝置之某些具體實施例可用於對生物醫學組織進行成像及測量。

圖14說明依據本發明之一干涉儀之具體實施例之某些方面。如上面之論述，一般地，一Michelson干涉儀包括藉由一分光器而耦合之一光源臂、一參考臂、一樣本臂及一偵測器臂。光分別係經由該等參考臂與該等樣本臂而從該光源透射至該參考與該樣本。將來自該參考與該樣本之反射光組合於該偵測器臂中，並可對該光進行強度測量。測量出的資料與藉由重新組合來自該等參考臂與該等樣本臂的光並將該光導向該偵測器臂而產生之干涉圖案有關。

如圖14所示，依據本發明之某些具體實施例之一干涉儀包括耦合至一光隔離器1401之光源101。光隔離器1401接收並透射來自光源101之光，但防止光反射回進入光源

101。然後，將來自隔離器1401之光耦合至極化相關光學元件1403。極化相關光學元件1403將光耦合至參考臂104及樣本臂105並接收來自參考臂104及樣本臂105之反射光。此外，極化相關光學元件1403處理光學信號以使得在來自光學信號處理單元410之輸出信號中關於樣本111之極化相關效應最小化。如上面所論述，參考臂104係耦合至參考112。樣本臂105係光耦合至樣本111。進一步，極化相關光學元件1403係耦合成將來自參考臂104及樣本臂105的反射光學信號提供給偵測器1404。然後，向光學信號處理單元410輸入來自偵測器1404之輸出信號，該光學信號處理單元410可依據在偵測器1404測量出的反射光強度而提供一與極化無關的信號。

在本發明之某些具體實施例中，可將一樣本掃描光學元件1402插入樣本臂105以便能掃描樣本111。此一掃描能力可能很重要(例如，在斷層攝影法應用中)。

本發明之某些具體實施例為光學相干性反射計與光學相干性斷層攝像法應用提供一種高效率干涉儀。在本發明之某些具體實施例中，隔離器1401可能係一光循環器，而極化相關光學元件1403可能包括一極化分光器。若將一循環器及一極化分光器係耦合進該干涉儀之光源臂，則可獲得高效率性能。在某些具體實施例中，可將一極化控制器308放置於參考臂104中以在該極化分集干涉儀之每一臂中產生相等的參考信號。因此，可使得藉由光學信號處理單元410而產生的干涉儀信號與來自樣本111(亦稱為受測試

裝置或受測試樣本)的反射信號之極化狀態無關。隔離器1401中之一光循環器亦能為反射回進入光源101的信號提供較高的隔離以獲得較高的信號對雜訊比性能。在某些具體實施例中，將一光循環器放置於該樣本臂105中，而將另一光循環器放置於該參考臂104中。可將該些具體實施例中之一極化分光器與極化分集接收器放置於該偵測器臂中。

依據本發明之一干涉儀之某些具體實施例藉由使用隔離光源101之光循環器來解決由回授進入光源101之反射光產生的問題。依據本發明之一干涉儀之某些具體實施例藉由使用極化相關光學元件1403中的極化分集接收器來解決信號與來自該樣本臂的極化狀態之相關性問題。依據本發明之一干涉儀之某些具體實施例具有高功率效率、對樣本臂105之極化狀態不敏感、並具有一較高的信號對雜訊比，從而適合於相干性域干涉法應用。如上面所論述，極化相關性可能係由該樣本材料之雙折射特徵或可能係由於該干涉儀的環境變化而產生。依據本發明高品質干涉儀之具體實施例可用於各種目的，例如，光學相干性斷層攝像法及光學相干性反射法。

在某些具體實施例中，該干涉儀之光源101可能係一寬頻光譜光源，而該干涉儀之深度解析度可由該光源之相干性長度決定。在某些具體實施例中，光源101可能係一低相干性光源。在某些具體實施例中，光源101可能包括一波長掃掠光源。

在某些具體實施例中，參考112可能包括一光學延遲線，可以一預定的速度來掃描該光學延遲線以在從參考臂104反射的參考信號中產生一光學路徑延遲。在某些具體實施例中，可將一二維橫向掃描機構1402放置於該干涉儀之樣本臂105中以掃描欲在光學相干性斷層攝像法應用中成像之物件。在某些具體實施例中，可為樣本臂105與參考臂104之間的散射差提供補償。有若干不同的方法可用於補償散射差，包括，例如，在極化相關光學元件1403中包括一對稜鏡、一以光柵為主的光學系統及在光纖電信及短脈衝雷射應用中廣泛採用的其他熟知的散射補償器。可將該散射補償器放置於該樣本中或該參考臂中，此取決於該些二臂之間的散射差符號。

在本發明之某些具體實施例中，來自光源101之光可能在耦合至將光源分成樣本臂105與參考臂104之分光器之前首先係耦合進一光循環器而然後耦合進一極化分光器。可將該分光器之比率選擇成使得從樣本臂105反射進該光循環器之光最大化而同時使得從參考臂104反射回進入該光循環器之光仍保持足夠的強度。

在依據本發明之干涉儀之某些具體實施例中，光源101可能係一波長快速掃掠的相干性光源。在某些具體實施例中，參考112可能係一固定的反射器。在某些具體實施例中，可使用頻域光反射之原理。

在依據本發明之干涉儀之某些具體實施例中，影像距離對樣本111之運動不敏感。進一步，在依據本發明之干涉

儀之某些具體實施例中，於偵測器 1404 測量的信號強度可能對極化變化不敏感。

圖 4 說明依據本發明之一干涉儀之一項具體實施例。如圖 4 所示，本發明之某些具體實施例使用極化效應以將光束發送進特定的光學路徑中。圖 4 所說明之具體實施例包括針對二正交極化狀態而進行路徑分離以產生干涉信號，其中可分別處理該等二正交極化狀態以獲得高效率、與極化無關的干涉法性能。

如圖 4 所示，干涉儀 400 包括光源 101。首先將來自光源 101 的光耦合進一光循環器 402 之埠 1。在圖 4 所示之具體實施例中，光隔離器 1401 包括循環器 402。光循環器 402 係一與極化無關的光學裝置，因此，所有極化狀態中的全部光將會從光循環器 402 之埠 2 退出進入干涉儀 400 之光源臂 405。然後，將來自光源臂 405 的光耦合進該極化相關分光器 403。在極化相關分光器 403 中，將來自光源臂 405 之光極化成二線性極化光束，表示為 P 與 S 極化。

傳統上表示，在一傳播光波陣面中，S 極化光之電場向量垂直於入射平面，而 P 極化光之電場向量平行於入射平面。在本揭示內容所示之所有圖式中，該入射平面皆係平行於該紙面。僅 P 極化光將會耦合進光束路徑 420 並因此耦合進一光學分光器 404，該光學分光器 404 係經由光束路徑 420 而耦合至分光器 403。該 S 極化光將藉由耦合進起始於分光器 403 之另一光束路徑而被捨棄或可用於監視功率。

在本發明之某些具體實施例中，該等光學組件可能係形

成於大塊光學元件中。但是，某些具體實施例可使用光纖組件(即，形成為光纖或部分光纖之組件)。光纖組件具有使未對齊情形最小化之優點。

最低相干性光源，例如某些具體實施例中的低相干性光源101，僅係部分極化。為獲得最大效率，光源101可能旋轉而使得極化最多的光在耦合進極化分光器403時係對齊以平行於入射平面(P極化)。

分光器404之分光比率可能係最佳化而使得大部分光將傳播進樣本臂105，而僅足夠的光將傳播進參考臂104以執行適當的測量。該分光比率可由光學遲延掃描器之反射率及從干涉儀400之參考路徑104反射的光之總透射率決定。參考臂104中的參考112所反射的光應比從樣本路徑105中的樣本111反射的光更強，以便獲得散粒雜訊受限的偵測性能。由於來自參考112而對應於樣本111之反射(其中樣本111可能係生物組織)與參考112之反射率相比一般很小，因此可使用一典型的90/10分光比率(接收於光源臂420上的光之90%係導向樣本臂105而10%係導向參考臂104)來獲得散粒雜訊性能。

熟習此項技術者會容易瞭解，參考112可包括(例如)反射組件與光學延遲組件。進一步，在某些具體實施例中，參考112還可包括一可與光學信號處理單元410耦合之掃描能力。

可藉由分光器404而將從樣本111及參考112反射的少量光耦合進光學路徑412。可將此少量的光耦合進偵測器

413，而將來自偵測器413之電信號耦合進功率監視器電路414。因此，可使用此數量之光來監視從樣本111及參考112反射的光功率。可將一類似的電路耦合至光束極化分光器403以便依據極化分光器403輸出的S極化光來監視功率。

從樣本111及參考112反射的光由於樣本111及參考112之光學特性而一般兼含S極化與P極化光。極化相關分光器403將再次把該等S極化與P極化光組件分成二分離路徑106與405。可將參考臂104中的極化控制器308調整成使得由參考112而產生相等數量的P極化路徑106中之P極化光與S極化路徑405中之S極化光。在某些具體實施例中，極化控制器308可能係由三個光纖迴路製成，而每一迴路皆對應於一四分之一光板或其他極化相關光學裝置。

採用循環器402將藉由極化相關分光器403、該S極化光組件而耦合回進入光源臂405內的光發送進路徑416，從而隔離低相干性光源101。此一配置使得由光從干涉儀400耦合回進入光源101而產生之雜訊減少。

如同來自參考路徑104之光，來自樣本臂105之S極化光將傳播進光學路徑416，而來自樣本臂105之P極化光將傳播進光學路徑106。分別藉由光偵測器417與418來接收極化路徑416與106的每一路徑中之干涉信號。然後，在光學信號處理單元410中對來自光偵測器417與418之電信號進行個別的處理。在某些具體實施例中，光學信號處理單元410可輸出一指示偵測器417及418所測量出的光強度總和

之組合信號。來自光學信號處理器410之信號輸出可能係P極化與S極化干涉成分之和，以致，經由處理，來自光學信號處理410的輸出信號所指示之信號強度與從樣本臂105中的樣本111反射的光之極化狀態無關。此項具體實施例之此特徵係有利的，尤其係在該樣本極具雙折射性時，例如，像由膠原纖維組成之生物組織。

圖5A說明依據本發明之一干涉儀500之一項具體實施例。如圖5A所示，由於稜鏡501上之一極化分光器塗層表面502而藉由一稜鏡501將來自光源101之光分成S極化與P極化光束。儘管並非顯示為一稜鏡，但稜鏡501可能係任何極化分光裝置。該S極化光束係從表面502反射並受到一鏡或較佳的全內反射(TIR)表面503之反射。若逆傳播之方向來觀察光束521，則該S極化光束521係藉由一法拉第旋轉器505而順時針(CCW)旋轉45度。眾所周知，使一光束旋轉之法拉第效應取決於該法拉第旋轉器上之一磁場之方向，而該旋轉角度取決於該法拉第旋轉器上的磁場之量級。該法拉第效應程序係非互反的，此表示該旋轉並不取決於該光束之傳播方向。

一 $\lambda/2$ 波板506係定向為與垂直軸成22.5度且係定位於法拉第旋轉器505後面。然後，從法拉第旋轉器505輸出之光束將旋轉又一45度角且在穿過 $\lambda/2$ 波板506後變成一P極化光束。圖5B至5E說明來自光源101的光穿過稜鏡501、法拉第旋轉器505及 $\lambda/2$ 波板506而經歷的極化旋轉。圖5B說明從稜鏡501輸出之S極化光束521。圖5C說明從法拉第旋轉



器 505 輸出的光束之 45° 反時針旋轉。圖 5D 說明經由 $\lambda/2$ 波板 506 之旋轉。圖 5E 說明輸入給稜鏡 507 之所產生的 P 極化光束。然後，該 P 極化光束將透射穿過稜鏡 507 之極化分光器塗層表面 508。

另一方面，該 P 極化光束 522 亦將藉由該法拉第旋轉器 505 而旋轉 45 度且然後藉由 $\lambda/2$ 波板 506 而旋轉至一 S 極化光束上。表面 509 (鏡或 TIR) 及稜鏡 507 之表面 508 將該 S 極化光反射進分光器 (或耦合器) 404。在此組態中，來自光源 101 之 S 極化光與 P 極化光皆係耦合進分光器 404。

圖 5F 至 5I 說明從樣本 111 及參考 112 反射的光所經歷之極化旋轉。從參考 112 或樣本 111 反射的光之 S 極化成分在耦合進稜鏡 501 之前傳播穿過稜鏡 507 之表面 508、稜鏡 507 之表面 509、 $\lambda/2$ 波板 506 及法拉第旋轉器 505。如前面之說明，由於該法拉第效應係非互反的，因此該 S 極化在穿過以上光學路徑後仍係定向於該 S 極化平面上。該 S 極化光在為光偵測器 418 所接收之前將從表面 502 反射，且然後從稜鏡 501 之表面 504 反射，以及從極化分光器 513 之極化分光塗層表面 514 反射。圖 5F 顯示一 S 極化光束。圖 5G 說明該 S 極化光束在穿過一 $\lambda/2$ 波板 506 後的旋轉。圖 5H 說明該光束在穿過法拉第旋轉器 505 後經歷的旋轉。最後，圖 5I 說明入射於極化相關分光器 513 上的 S 極化光束。

光沿參考臂 104 或樣本臂 105 而反射的 P 極化成分亦將傳播穿過 $\lambda/2$ 波板 506 及法拉第旋轉器 505 而不改變極化。該 P 極化成分從表面 503 反射，並在其為光偵測器 417 所接收之

前穿過表面502、表面504及表面514。極化控制器308可能係調整成在光學路徑106與416中產生相等的S極化與P極化參考光以作極化分集偵測。然後，可在於光學信號處理單元410中將該等二正交極化光束處理成一總體強度信號之前，對該等二正交極化光束進行個別的解調變及處理。

在圖5A所示之具體實施例中，一隔離器(例如圖14中的隔離器1401)包括稜鏡501，而極化相關光學元件(例如，圖14中的極化相關光學元件1403)包括稜鏡501、法拉第旋轉器505、 $\lambda/2$ 波板506、稜鏡507、分光器404及極化相關分光器513。

圖6說明依據本發明之一干涉儀之另一項具體實施例。如圖6所示之干涉儀600可提高光學效率並藉由二光循環器612及613而減少回授進入光源101之光反射。光循環器613係定位於參考臂104中。光循環器612係定位於參考臂105中。圖6所示之干涉儀600類似於一傳統的Mach-Zhender干涉儀。將來自光源101之光輸入線性極化器607。分光器602分離從極化器607接收的線性極化光。如圖6所示，將一定量的光 α 導引進樣本臂105，而將其餘部分的光 $1-\alpha$ 導引進參考臂104。在某些具體實施例中，分光器602之分光比率可能由該等光束路徑之相對效率決定。

在參考臂104中，將光導引進循環器613之一第一埠。然後將從循環器613之一第二埠退出的光導引進參考112，並再次將來自參考112之反射光導引進循環器613之第二埠。將退出該循環器613的第三埠之光導引進極化控制器308。

將退出極化控制器 308 的光輸入分光器 606。

同樣，首先將樣本臂 105 中的光導引進循環器 612 之一第一埠。將退出循環器 612 之一第二埠之光耦合至樣本 111。然後，將來自樣本 111 之反射光耦合回去進入循環器 612 之第二埠。將退出該循環器 612 的第三埠之光導引進極化分光器 606。

然後，在分光器 606 中組合來自參考臂 104 之光與來自樣本臂 105 之光，並將該等光導引進光束路徑 608。光束路徑 608 將光耦合進極化相關分光器 609。極化相關分光器 609 將該光束分成耦合進光束路徑 611 之一 S 極化光束與耦合進光束路徑 610 之一 P 極化光束。在本發明之某些具體實施例中，極化控制器 308 可能係調整成分別在光學路徑 611 與 610 中產生相等強度的 S 極化與 P 極化參考光以作極化分集偵測。

如圖 6 所示，在光偵測器 612 中偵測光束路徑 611 中的光束強度，而在光偵測器 613 中偵測光束路徑 610 中的光束強度。將產生於偵測器 612 及 613 中的電信號輸入光學信號處理單元 614。在某些具體實施例中，於偵測器 613 測量出的 P 極化參考信號以及於偵測器 612 測量出的 S 極化干涉信號在加總於一光學信號處理單元 614 所輸出的總體干涉信號中之前，受到個別的解調變及處理。

如圖 6 之進一步顯示，來自分光器 606 的混合光之一部分可能係耦合進光束路徑 615 並為偵測器 616 所偵測。然後，可將來自偵測器 616 之電輸出信號輸入功率監視器 617。

在圖6所示之具體實施例中，一隔離器(例如圖14中之隔離器1401)包括循環器613與循環器612。進一步，極化相關光學元件(例如圖14中的極化相關光學元件1403)包括線性極化器607、分光器602、分光器606及極化分光器609。

圖7說明依據本發明之某些具體實施例之另一干涉儀700。如圖7所示，來自光源101之光首先藉由極化分光器702之一極化分光器表面703而極化。該S極化光從表面703反射，並可能被捨棄或用於功率監視。為使光損失最小化，可能係部分極化的光源701可能旋轉以使得進入極化分光器702的P極化光之光強度最大化。一法拉第旋轉器704與一 $\lambda/2$ 波板705之配置可能使得該P極化光在其退出 $\lambda/2$ 波板705時保持P極化。然後，該P極化光透射穿過極化分光器706之極化分光器塗層表面707並係耦合進分光器404。分光器404將光耦合進樣本臂105與參考臂104，如上面之論述。

從分光器404反射的S極化光(其係從樣本111與參考112反射的S極化光之一組合)從極化分光器706之表面707反射進光學路徑712。來自分光器404之P極化光(其係從樣本111與參考112反射的P極化光之一組合)係透射穿過極化分光器706並藉由 $\lambda/2$ 波板705與法拉第旋轉器704之組合而旋轉成S極化光。該S極化光將從極化分光器702之表面703反射進光學路徑713。在偵測器714中偵測信號路徑712中的光束，而在偵測器715中偵測信號路徑713中的光束。然後，將來自光偵測器714與715之電信號耦合進光學信號處

理單元。藉由光學信號處理單元410，在該等二干涉信號路徑，即包含樣本111的P極化資訊之信號路徑713與包含樣本111的S極化資訊之光學路徑712加總成一總體強度信號之前，對該等干涉信號路徑進行個別地接收、解調變及處理。

如前面之論述，可經由光學路徑412而將從樣本111與參考112反射的少量光轉移至偵測器413。因此，功率監視器414能監視來自參考臂104與樣本臂105的全部反射光之強度。

在某些具體實施例中，例如，可藉由添加一功率監視裝置來偵測反射出稜鏡702的S極化光，從而監視光源101本身之功率。此一功率監視器不會受到來自樣本111之反射光的影響。

在圖7所示之具體實施例中，一隔離器(例如，圖14之隔離器1401)包括極化分光器702、法拉第旋轉器704 $\lambda/2$ 及波板705。此外，極化相關光學元件(例如圖14中的極化相關光學元件1403)包括極化分光器702、法拉第旋轉器704、 $\lambda/2$ 波板705、極化分光器706及分光器404。

圖8說明一干涉儀800，其說明依據本發明之干涉儀之另一項具體實施例。與圖5所示的干涉儀500之具體實施例相比，干涉儀800中消除極化分光器513。來自光源101的光進入稜鏡502並係藉由極化分光器塗層表面503而極化分割。該S極分光從表面503反射，並因此被捨棄或用於功率監視。該P極化光傳播穿過極化分光器502之表面503，並

係藉由法拉第旋轉器 505 與 $\lambda/2$ 波板 506 之組合而旋轉成為 S 極化光。該 S 極化光從表面 509 (鏡或 TIR) 及稜鏡 507 之極化分光器塗層表面 508 反射進入分光器 404。如前面之論述，分光器 404 將光分成樣本臂 105 與參考臂 104。如先前之論述，分光器 404 之分光比率可能係設定成使得性能最佳化。

從樣本臂 105 及參考臂 104 反射的組合 S 極化光傳播穿過如上所述在稜鏡 507 中的反向路徑。 $\lambda/2$ 波板 506 與法拉第旋轉器 505 之組合並不改變從稜鏡 507 進入的 S 極化光之極化方向，如先前之論述。因此，可將從稜鏡 502 的表面 503 及 504 反射之 S 極化光耦合進光偵測器 813。從樣本臂 105 及參考臂 104 反射的組合 P 極化光將沿與該 S 極化光不同之光學路徑而傳播穿過該表面 508、 $\lambda/2$ 波板 506 及法拉第旋轉器 505，如圖 8 所示。然後，可將該 P 極化光耦合進光偵測器 814。因此，來自偵測器 813 之電信號 816 對應於來自樣本 111 及參考 104 的 S 極化信號之強度，而來自偵測器 814 的電信號 815 對應於來自該樣本 111 及參考 104 之 P 極化信號。在光學信號處理單元 410 中，可在干涉信號 815 及 816 加總以表示總干涉強度之前，對該等信號進行個別的解調變及處理。與前面一樣，可將極化控制器 308 調整成提供如信號 815 及 816 所指示之相等的光功率以用於極化分集偵測。

在圖 8 所示之具體實施例中，一隔離器 (例如，隔離器 1401) 可包括稜鏡 502、法拉第旋轉器 505 及 $\lambda/2$ 波板 506。進一步，極化相關光學元件 (例如，極化相關光學元件

1403)包括稜鏡502、法拉第旋轉器505、 $\lambda/2$ 波板506、稜鏡507及分光器404。

圖9說明依據本發明之某些具體實施例之另一干涉儀900。干涉儀900與干涉儀800類似，其法拉第旋轉器905、 $\lambda/2$ 波板506、稜鏡502具有類似配置。但是，在干涉儀900中，稜鏡910之定向致使P極化光透射穿過稜鏡502、法拉第旋轉器905及 $\lambda/2$ 波板506而不改變極化。法拉第旋轉器905之磁場與法拉第旋轉器505之磁場方向相反。來自樣本臂105或參考臂104之S極化組件將從稜鏡502反射進入偵測器813。該等P極化組件將傳播穿過該入射光束路徑而進入偵測器814。所有其他操作皆與前述操作相同。

在圖9所示之具體實施例中，一隔離器(例如，隔離器1401)包括稜鏡502、法拉第旋轉器905及 $\lambda/2$ 波板506。進一步，一極化相關光學元件(例如，極化相關光學元件1403)包括稜鏡502、法拉第旋轉器905、 $\lambda/2$ 波板506、稜鏡910及分光器404。

圖10顯示干涉儀1000之一項具體實施例，其係依據本發明之某些具體實施例之干涉儀之另一項具體實施例。干涉儀1000類似於圖8及9所示的干涉儀之具體實施例，但其具有一對稱的光學配置。光源101之P極化成分透射穿過該稜鏡1002、法拉第旋轉器905、 $\lambda/2$ 波板506及稜鏡1005進入分光器404。在該反射路徑中，該S極化成分將從稜鏡1005反射進入光學路徑1007。該P極化成分將藉由 $\lambda/2$ 波板506及法拉第旋轉器905而旋轉成S極化光，並受稜鏡1002反射

而進入光學路徑1008。再次，藉由偵測器1009而偵測光束路徑1007中的光束，而在偵測器1010中偵測光束路徑1008中的光束。然後，光信號處理單元410再次接收一對應於從樣本111反射的P極化光之信號以及一對應於從樣本111反射的S極化光之信號。

在圖10所示之具體實施例中，一隔離器(例如，隔離器1401)可包括稜鏡1002、法拉第旋轉器905及 $\lambda/2$ 波板506。進一步，一極化相關光學元件(例如，極化相關光學元件1403)可包括稜鏡1002、法拉第旋轉器905、波板506、稜鏡1005及分光器404。

圖11說明可替代低相干性光源101(例如，在圖4、5A、6、7、8、9及10所說明的本發明之具體實施例中所示之光源)之一光源1100。光源1100採用一相干性光源1101，例如一雷射。可藉由掃描一掃描器1102(其包括一光柵1005與反射器1106)並從一光學鏡1106反射該光，而在於一整個寬波長範圍快速掃掠該相干性光源之波長。如圖11所示，來自雷射器1101之光束在入射於光柵1105上之前，可在準直儀1103中得到校準並成形或聚焦於透鏡系統1104中。熟習此項技術者將認識到本發明之具體實施例中可使用波長快速掃掠光源1100之若干組態。可將該光源1100耦合至干涉儀之任何具體實施例，包括圖4至14中所揭示之具體實施例。在此類具體實施例中，參考112不一定包括一光學延遲。

圖12顯示干涉儀1200之一項具體實施例，其係依據本發

明之干涉儀之另一項具體實施例。干涉儀1200可採用一低相干性光源101，或在某些具體實施例中可採用諸如圖11所說明之一光源。首先藉由準直器1202來校準該光，而然後藉由一線性極化器1203來極化該光。極化器1203之定向(再加上一極化分光器1204)可將該光分成一介於S與P之間的特定比率。該S極化光束受到極化分光器1204之反射並穿過一四分之一波板1209而該光軸與該光束傳播方向成45度。一旦穿過四分之一波板1209，該光束即變成循環極化。一旦受到該鏡1210之反射，該光束便改變偏手性(例如，一反時針循環極化光束變成一順時針循環極化光束)。第二次自鏡1210之方向穿過四分之一波板1209使得該光束變成P極化。

原始的P極化光束透射穿過極化分光器1204，藉由四分之一波板1205而循環極化，並受回反射光學裝配件1208之反射而作為一S極化光束經由一類似的光學組態回到極化分光器1204，並以S極化而返回該極化分光器1204。如圖12所示，回反射光學裝配件1208可包括一透鏡1206與一凹面鏡1207或僅一三角稜鏡。該等二光束，即從鏡1210反射之一P極化光束與從回反射光學裝配件1208反射之一S極化光束，係藉由極化分光器1204而組合並係耦合進方向與該光軸成45度之一線性極化器1211。該光束將藉由透鏡1213而聚焦進一光學分光器1215之光源臂1214。然後該光束便耦合進樣本臂1216並耦合至樣本111上。從樣本111反射之光束將反射進偵測器臂1217，其中，可藉由一偵測器來偵

測其強度並將所產生的電信號輸入至一光學信號處理器。

分光器 1215 可能係製成為具有一大塊光學元件以致在某些具體實施例中不需要該聚焦透鏡 1213。藉由改變回反射裝配件 1208 之位置，可測量一光學距離。此外，若將一橫向掃描機構整合進該光束之樣本臂 1216，則可獲取該樣本之一斷面影像。由於每一極化類型之光束分別受到來自樣本 111 之兩表面干涉，因此該測量對該樣本之運動不敏感。同樣，由於該信號係二極化類型之和，因此該信號強度對該干涉儀中的極化變化不敏感。

在圖 12 所示之具體實施例中，一隔離器（例如，來自圖 14 之隔離器 1401）包括極化器 1203、極化分光器 1204 以及四分之一波板 1209 及 1204。進一步，極化相關光學元件（例如，極化相關光學元件 1403）包括極化器 1203、極化分光器 1204、四分之一波板 1209 及線性極化器 1211。

圖 13 說明一干涉儀 1300，其係使用平衡偵測來減少來自光源 101 的雜訊之本發明之另一項具體實施例。進一步，在此項具體實施例中，一光學信號處理器輸出之信號可能與該系統中的極化狀態變化與樣本 111 之樣本組織無關。干涉儀 1300 可將一低相干性光源用作光源 101 或諸如圖 11 所示之一光源。該光進入循環器 1311 之埠 1 而於循環器 1311 之埠 2 退出。藉由極化分光器 1312 而極化來自循環器 1311 之光束。該 S 極化光從極化分光器 1312 退出，而在某些具體實施例中，可用於功率監視。然後，將來自極化分光器 1312 之 P 極化光耦合進纖維分光器 1313，纖維分光器

1313將光耦合進樣本臂105與參考臂104。在某些具體實施例中，纖維分光器1313可將該光均等地耦合進樣本臂105及參考臂104。來自樣本111及參考112之反射光為分光器1313所接收。在某些具體實施例中，反射回進分光器1313的光之一半將係耦合至偵測器1316。該反射光之另一半係在其到達該極化分光器1312時耦合進極化分光器1312以依據光的極化狀態而在偵測器1314與偵測器1315之間分離。

在圖13所示之具體實施例中，一隔離器(例如隔離器1401)包括循環器1311。此外，一極化相關光學元件(例如，極化相關光學元件1403)包括極化分光器1312與分光器1313。

若干涉儀1300係按以下條件而配置：

1)從樣本111反射回的光之強度遠小於從參考112反射的光；

2)參考臂104中的極化控制器308係調整成使得偵測器1314及偵測器1315從參考臂104接收相同的光強度；

3)循環器1311、極化分光器1312及分光器1313中光輻射實質上無任何過多損失，因此，偵測器1316(偵測器C)從參考臂104接收之光功率等於偵測器1314(偵測器A)與偵測器1315(偵測器B)從參考臂104接收的光功率之和；以及

4)所有偵測器對光強度之回應度實質上皆相同；由此，可對每一偵測器上的光作如下處理：偵測器1314及偵測器1315所產生的光電流可表示如下：

$$I_A \propto R \cdot \left(\frac{1}{4} P_r + \frac{1}{4} P_s + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{P_r \cdot P_s} \cdot \cos(\phi) \right)$$

$$I_A \propto R \cdot \left(\frac{1}{4} P_r + \frac{1}{4} P_s + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{P_r \cdot P_s} \cdot \sin(\phi) \right)$$

其中，R係光偵測器之回應度， P_r 係從參考臂104反射回來的光功率， P_s 係從取樣臂105反射回來的光功率，而 ϕ 係來自樣本臂105的光之極化相位。偵測器C 1316中的光電流可表示如下：

$$I_C \propto R \cdot \left(\frac{1}{2} P_r + \frac{1}{2} P_s - \frac{1}{2} \cdot \sqrt{P_r \cdot P_s} \cdot \cos(\phi) - \frac{1}{2} \cdot \sqrt{P_r \cdot P_s} \cdot \sin(\phi) \right)$$

可使用以下等式：

$$I_u = \frac{1}{2} \cdot (I_A + I_B - I_C) = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \sqrt{P_r \cdot P_s} \cdot (\cos(\phi) + \sin(\phi))$$

$$I_v = I_A - I_B = \frac{1}{2} \cdot R \cdot \sqrt{P_r \cdot P_s} \cdot (\cos(\phi) - \sin(\phi))$$

如以上等式所示， P_r 與 P_s 亦係二直立性極化模式。若分別解調變該些二信號，則可獲得以下與極化無關的樣本功率信號。

$$I_u^2 + I_v^2 = \frac{1}{2} \cdot R^2 \cdot P_r \cdot P_s$$

其與極化狀態 ϕ 無關。應注意，上面等式中出現的表達式 I_u 及 I_v 表示耦合至偵測器1314、1315及1316之一光學信號處理器410之輸出信號，其不具有任何直流成分，因此 I_u 與 I_v 不存在來自光源的任何多餘強度雜訊。此點表示上面所論述的偵測及信號處理方法之敏感性僅受散粒雜訊之限制。

熟習此項技術者將基於對本文所揭示的說明書與本發明實施之考慮而明白本發明之其他具體實施例。希望僅將該說明書及範例視為範例性，而由以下申請專利範圍來指示本發明之真實範疇及精神。

【圖式簡單說明】

圖 1 說明具有一 Michaelson 干涉儀組態之一傳統的低相干性干涉儀。

圖 2 說明一在該光源臂中具有一光循環器而在該偵測器臂中具有一平衡偵測器之傳統的低相干性干涉儀。

圖 3 說明在該光源臂中具有一線性極化器來極化該 Michaelson 干涉儀的光源而在該偵測器臂中具有一極化分集接收器之另一低相干性干涉儀。

圖 4 說明依據本發明之某些具體實施例之一干涉儀之一項具體實施例，其在該光源臂中具有一光循環器與極化分光器而在該干涉儀中具有極化分集偵測器。

圖 5A 至 5I 說明圖 4 所示干涉儀之具體實施例之一光學實施方案。

圖 6 說明依據本發明之一干涉儀之一項具體實施例，其在樣本與參考臂中皆具有光循環器並具有極化分集偵測器。

圖 7 說明依據本發明具有二極化分光器、一法拉第旋轉器及一波板之一干涉儀之一項具體實施例。

圖 8 說明依據本發明具有稜鏡、一法拉第旋轉器及一波板之一干涉儀之一項具體實施例。

圖 9 說明依據本發明具有稜鏡、一法拉第旋轉器及一波板之一干涉儀之一項具體實施例。

圖 10 說明依據本發明具有對稱配置的稜鏡、一法拉第旋轉器及一波板之一干涉儀之一項具體實施例。

圖 11 說明依據本發明之某些具體實施例可用在一干涉儀中之一波長快速掃掠光源之一項具體實施例。

圖 12 說明依據本發明對極化狀態不敏感且對該樣本的運動不敏感之一雙光束干涉儀之一項具體實施例。

圖 13 說明依據本發明之一干涉儀之一項具體實施例。

圖 14 說明依據本發明之一干涉儀之具體實施例之多方面。

在該等圖式中，只要方便，指定為相同的元件便具有相同或類似的功能。

【主要元件符號說明】

1	光循環器 402 之埠 / 循環器 1311 之埠
2	光循環器 402 之埠 / 循環器 1311 之埠
100	相干性干涉儀
101	低相干性光源
102	分光器
103	光源臂
104	參考臂
105	樣本臂
106	信號臂 / 光束路徑 / 偵測器臂
107	偵測器
110	光學信號處理單元
111	樣本
112	參考
200	干涉儀

202	光循環器
203	路徑
205	光束路徑
207	偵測器
208	差動放大器
300	干涉儀系統
305	極化分光器
306	傳輸臂/光束路徑
307	傳輸臂/光束路徑
308	極化控制器
310	光偵測器
311	光偵測器
400	干涉儀
402	光循環器
403	極化相關分光器
404	光學分光器(或耦合器)
405	光源臂
410	光學信號處理單元
412	光學路徑
413	偵測器
414	功率監視器
416	路徑
417	光偵測器
418	光偵測器

420	光束路徑/光源臂
500	干涉儀
501	稜鏡
502	極化分光器塗層表面
503	鏡或較佳的全內反射(TIR)表面/極化分 光器塗層表面
504	表面
505	法拉第旋轉器
506	$\lambda/2$ 波板
507	稜鏡
508	極化分光器塗層表面/稜鏡507之表面
509	表面
513	極化相關分光器
514	表面
521	S極化光束
522	P極化光束
602	分光器
606	極化分光器
607	極化器
608	光束路徑
609	極化相關分光器
610	光束路徑
611	光束路徑
612	光循環器

613	光循環器
614	光學信號處理單元
615	光束路徑
616	偵測器
617	功率監視器
700	干涉儀
701	光源
702	極化分光器
703	極化分光器表面
704	法拉第旋轉器
705	$\lambda/2$ 波板
706	極化分光器
707	極化分光器塗層表面
712	信號路徑
713	光學路徑
714	偵測器
715	偵測器
800	干涉儀
813	偵測器
814	偵測器
815	信號
816	信號
900	干涉儀
905	法拉第旋轉器



910	稜鏡
1000	干涉儀
1002	稜鏡
1005	稜鏡
1005	光柵
1007	光學路徑
1008	光學路徑
1009	偵測器
1010	偵測器
1100	光源
1101	相干性光源
1102	掃描器
1103	準直器
1104	透鏡系統
1106	反射器/光學鏡
1200	干涉儀
1202	準直器
1203	線性極化器
1204	極化分光器
1205	四分之一波板
1206	透鏡
1207	凹面鏡
1208	回反射光學裝配件
1209	四分之一波板

1210	鏡
1211	線性極化器
1213	透鏡
1214	光源臂
1215	光學分光器
1216	樣本臂
1217	偵測器臂
1300	干涉儀
1311	循環器
1312	極化分光器
1313	纖維分光器
1314	偵測器 A
1315	偵測器 B
1316	偵測器 C
1401	光隔離器
1402	樣本掃描光學元件 / 二維橫向掃描機構
1403	極化相關光學元件
1404	偵測器

五、中文發明摘要：

根據本發明，干涉儀之具體實施例不僅使得極化相關性問題得到改善而且有助於防止光反射回進入光源，且還具有其他作用。干涉儀之具體實施例可包括：一隔離器，其耦合至一光源；以及極化相關光學元件，其與該隔離器耦合以向一參考臂及一樣本臂提供光，其中提供給光偵測器之反射光使得可在一耦合至該等光偵測器的光學信號處理器中形成一與極化無關之光學信號，而且該隔離器阻擋來自該參考臂及該樣本臂的反射光進入該光源。在某些具體實施例中，可使用一平衡偵測系統來減少雜訊。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種干涉儀，其包含：

一光源；

一隔離器，其耦合至該光源；

極化相關光學元件，其耦合至該隔離器；

一參考臂，其耦合至該極化相關光學元件；

一樣本臂，其耦合至該極化相關光學元件；以及

一或多個光學偵測器，其耦合至該極化相關光學元件，

其中，該極化相關光學元件將光耦合進該參考臂及該樣本臂，接收來自該參考臂與該樣本臂之反射光，並向該或該等一或多個光偵測器提供光以使得可在耦合於該或該等一或多個光偵測器之一光學信號處理單元中形成一極化相關光學信號，以及

其中，該隔離器阻擋來自該參考臂及該樣本臂之反射光進入該光源。

2. 如請求項1之干涉儀，其進一步包括一耦合成接收光並提供一功率信號之功率監視器。

3. 如請求項1之干涉儀，其中該隔離器包含一耦合成從一第一埠中的該光源接收光之循環器。

4. 如請求項3之干涉儀，其中該極化相關光學元件包含：

一極化相關分光器，其耦合成接收來自該循環器之一第二埠之光，該極化分光器提供一第一極化之光，接收從該樣本臂及該參考臂反射之光，並依據極化而向該或

該等一或多個光偵測器之一第一偵測器以及向該循環器之該第二埠提供光；以及

一分光器，其耦合成接收來自該極化分光器的該第一極化之該光，該分光器將該第一極化之該光耦合進該參考臂及該樣本臂並將來自該參考臂及該樣本臂之反射光耦合回進該極化相關分光器，

其中該循環器透過一第三埠向該或該等一或多個光偵測器之一第二偵測器提供光。

5. 如請求項1之干涉儀，其中該隔離器包含一分光器，該分光器接收來自光源之光並於一第一極化提供一第一光束而於一第二極化提供一第二光束。

6. 如請求項5之干涉儀，其中該隔離器進一步包括一法拉第旋轉器與一半波板，該法拉第旋轉器將該第一光束與該第二光束之該極化旋轉約45度，而該半波板進一步旋轉該第一光束與該第二光束之該極化。

7. 如請求項5之干涉儀，其中該極化相關光學元件包含：

一法拉第旋轉器，其耦合成接收該第一光束與該第二光束；

一波板，其耦合至該法拉第旋轉器，其中該第一光束之該極化係旋轉成該第二極化，而該第二光束之該極化係旋轉成該第一極化；

一稜鏡，其耦合成接收來自該波板之該第一光束及該第二光束並將該第一光束與該第二光束組合；以及

一分光器，其耦合至該稜鏡，該分光器向該參考臂及

該樣本臂提供光並接收來自該參考臂及該樣本臂之反射光。

其中，藉由該稜鏡中的極化將該反射光分成分離的光束，該等分離光束中每一光束之該極化係藉由該波板及該法拉第旋轉器而旋轉，而且該分光器重新組合該等分離光束，並將一組合光束耦合至一第二極化分光器，以及

其中該第二極化分光器依據極化而分離該等光束並係耦合至該或該等一或多個光偵測器。

8. 如請求項1之干涉儀，其中該隔離器包含：

一第一循環器，其耦合進該參考臂；以及

一第二循環器，其耦合進該樣本臂。

9. 如請求項8之干涉儀，其中該極化相關光學元件包含：

一線性極化器，其耦合成接收並極化來自該光源之光；

一第一分光器，其耦合成接收來自該線性極化器之該極化光，並向該參考臂中的該第一循環器之一第一埠及該樣本臂中的該第二循環器之一第一埠提供一光束，其中該第一循環器之一第二埠係耦合至一參考，而該第二循環器之一第二埠係耦合至一樣本；

一第二分光器，其耦合成接收來自該第一循環器之一第三埠及該第二循環器之一第三埠的光並提供一組合光束；以及

一極化相關分光器，其耦合成接收該組合光束並向該

或該等一或多個光學偵測器提供一第一極化之一第一光束與一第二極化之一第二光束。

10. 如請求項1之干涉儀，其中該隔離器包含一極化相關分光器，該極化相關分光器耦合接收來自該光源之光並提供一第一極化之一光束。

11. 如請求項10之干涉儀，其中該隔離器進一步包括一法拉第旋轉器與一半波板，該半波板接收並旋轉該第一極化之該光束之該極化。

12. 如請求項10之干涉儀，其中該極化相關光學元件包含：

一法拉第旋轉器與一波板，其耦合接收該第一極化之該光束並輸出該第一極化之該光束；

一第二極化分光器，其耦合接收從法拉第旋轉器及該波板接收該第一極化之該光束並透射該第一極化之該光束；以及

一分光器，其耦合接收從該第二極化分光器接收該第一極化之該光束，耦合該樣本臂與該參考臂中該第一極化之該光束，接收來自該樣本臂與該參考臂之一反射光束，並將來自該樣本臂與該參考臂之該反射光束組合成一組合反射光束，

其中，藉由該第二極化分光器將該組合反射光束分成該第一極化之一組合反射光束與一第二極化之一組合反射光束，該第二極化之該組合反射光束係耦合至該或該等一或多個光偵測器中之一光偵測器，以及

其中，該第一極化之該組合反射光束係藉由該法拉第

旋轉器及該波板而極化旋轉為該第二極化並係藉由該極化分光器而耦合進該或該等一或多個光偵測器中的另一光偵測器。

13. 如請求項10之干涉儀，其中該極化相關光學元件包含：

一法拉第旋轉器及波板，其耦合成接收該第一極化之該第一光束並將該極化旋轉為一第二極化；

一第二稜鏡，其耦合成從該法拉第旋轉器及波板接收該第二極化之該光束；

一分光器，其耦合成從該第二稜鏡接收該第二極化之該光束，將光耦合進該參考臂及該樣本臂，從該樣本臂及該參考臂接收一反射光束，並提供一組合反射光束，

其中該組合反射光束係藉由該第二稜鏡中的極化而分成該第一極化之一第一反射光束與該第二極化之一第二反射光束，

其中該法拉第旋轉器及波板將該第二極化之第二反射光束之該極化旋轉成該第一極化，以及

其中該極化相關分光器將該第二反射光束耦合進該或該等一或多個光偵測器。

14. 如請求項13之干涉儀，其進一步包括一耦合至該分光器之功率監視器。

15. 如請求項10之干涉儀，其中該極化相關光學元件包含：

一法拉第旋轉器及波板，其耦合成接收該第一極化之該第一光束並透射該第一極化之該第一光束；

一第二稜鏡，其耦合成從該法拉第旋轉器及波板接收

該第一極化之該第一光束；

一分光器，其耦合成從該第二稜鏡接收該第一極化之該光第一光束，將光耦合進該參考臂及該樣本臂，從該樣本臂及該參考臂接收一反射光束，並提供一組合反射光束，

其中該組合反射光束係藉由該第二稜鏡中的極化而分成該第一極化之一第一反射光束與該第二極化之一第二反射光束，

其中該法拉第旋轉器及波板透射該第一極化之該第一反射光束，以及

其中該極化相關分光器將該第一反射光束耦合進該或該等一或多個光偵測器。

16. 如請求項15之干涉儀，其中該第二稜鏡將該第二極化之該第二反射光束耦合進該或該等一或多個偵測器。

17. 如請求項15之干涉儀，其進一步包括一耦合至該分光器之功率監視器。

18. 如請求項10之干涉儀，其中該極化相關分光器係一稜鏡。

19. 如請求項10之干涉儀，其中極化相關光學元件包含：

一線性極化器，其耦合於該極化相關分光器與該光源之間，該線性極化器藉由一第一極化與一第二極化而提供一光束；

一四分之一波板，其耦合成從該極化相關分光器接收該第二極化之光，

一鏡，其耦合成接收來自該四分之一波板的光並經由該四分之一波板將光反射回去以向該極化相關分光器提供該第一極化之光，

一第二四分之一波板，其耦合成從該極化相關分光器接收該第一極化之光，並向該參考臂提供循環極化的光，其中來自該參考臂之反射光係該極化相關分光器處該第二極化之光；

一線性極化器，其定向為傳遞來自該第一極化與該第二極化的光之一相等部分耦合成接收來自該極化相關分光器之一組合光束，該組合光束包括從該鏡反射之光與從該參考臂反射之光；以及

一分光器，其耦合成接收來自該線性極化器之光並向該樣本臂提供光，其中來自該樣本臂之反射光係藉由該分光器而耦合進該或該等一或多個偵測器。

20. 如請求項3之干涉儀，其中該極化相關光學元件包含：

一極化相關分光器，其耦合成從該循環器之一第二部分接收光，該極化相關分光器提供一第一光束；

一分光器，其耦合成接收該第一光束，以向該參考臂及該樣本臂提供光，並接收來自該參考臂及該樣本臂之一反射光束，

其中該反射光束之一第一部分係藉由該分光器而耦合進該或該等一或多個光偵測器，而該反射光束之一第二部分係藉由該分光器而耦合進該極化相關分光器，

其中，關於一第一極化之該第二部分係耦合進該循環

器之該第二埠，該循環器之該第三埠係耦合至該或該等一或多個光偵測器，以及

其中關於一第二極化之該第二部分係藉由該極化相關分光器而耦合進該或該等一或多個光偵測器。

21. 一種實行一干涉儀測試之方法，其包含：

從一光源提供光；

將來自該光源之光耦合至一參考臂及一樣本臂；

接收來自該參考臂與該樣本臂之反射光；

將該光源與來自該樣本臂之該反射光與來自該參考臂之該反射光隔離；以及

將該反射光導向一偵測系統，

其中，該偵測系統能夠提供一極化無關信號。

22. 如請求項21之方法，其中將來自該光源之光耦合至一參考臂及一樣本臂包括將來自該光源之光分成一第一極化之光與一第二極化之光，並向該樣本臂及該參考臂提供一第一極化之光。

23. 如請求項21之方法，其中接收來自該參考臂與該樣本臂之反射光包括組合來自該參考臂與該樣本臂之反射光。

24. 如請求項21之方法，其中將該反射光導向該偵測系統包括將來自該樣本臂與該參考臂之反射光分成一第一極化之光與一第二極化之光，並將該第一極化之該光耦合進一第一偵測器，而將該第二極化之該光耦合於該第二偵測器內。

25. 如請求項21之方法，其中將該光源與該反射光隔離包括

在該光源與該樣本臂及該參考臂之間提供至少一循環器。

26. 一種干涉儀，其包含：

一光源；

一循環器，其具有耦合成接收來自該光源的光之一第一埠，該循環器將來自該第一埠之光導向一第二埠並將該光從該第二埠導向一第三埠，該循環器之該第三埠係耦合至一第一偵測器；

一極化相關分光器，其耦合成接收來自該循環器之該第二埠的光，該極化相關分光器透射一第一極化之光，該極化相關分光器亦將該第一極化之反射光耦合進該循環器之該第二埠而將一第二極化之反射光耦合進一第二偵測器；

一分光器，其耦合成接收該第一極化之光並將該第一極化之該光耦合進一樣本臂及一參考臂，該分光器進一步將來自該樣本臂與該參考臂之反射光耦合至該極化相關分光器並耦合至一第三偵測器。

27. 如請求項26之干涉儀，其中來自該參考臂之反射光係均分於該第一偵測器與該第二偵測器之間。

28. 一種干涉法，其包含：

將來自一光源之光耦合進一循環器之一第一埠；

將來自該循環器之一第二埠的光分成一第一極化之光與一第二極化之光；

將該第一極化之該光耦合進一樣本臂與一參考臂；

將來自該樣本臂與該參考臂的反射光之一部分耦合進一第三偵測器。

將來自該樣本臂與該參考臂之反射光分成該第一極化之反射光與該第二極化之反射光；

透過該循環器之該第二埠與一第三埠而將該第一極化之該反射光耦合至一第一偵測器；

將該第二極化之該反射光耦合至一第二偵測器；以及

依據來自該第一偵測器、該第二偵測器及該第三偵測器之信號而產生一極化無關信號。

29. 如請求項28之方法，其中該極化無關信號不存在光源雜訊。

30. 如請求項28之方法，其中從該參考臂反射的光係均分於該第三偵測器與該等第一偵測器及第二偵測器之間。

31. 一種干涉儀，其包含：

產生構件，其用以產生一光束；

耦合構件，其用以將該光束耦合進一樣本臂及一參考臂；

接收構件，其用以接收來自該樣本臂與該參考臂之反射光；

隔離構件，其用以將用以產生一光束之該構件與該反射光隔離；以及

產生構件，其用以產生與一從該樣本臂反射的光與從該參考臂反射的光之組合有關之一極化無關信號。

十一、圖式：

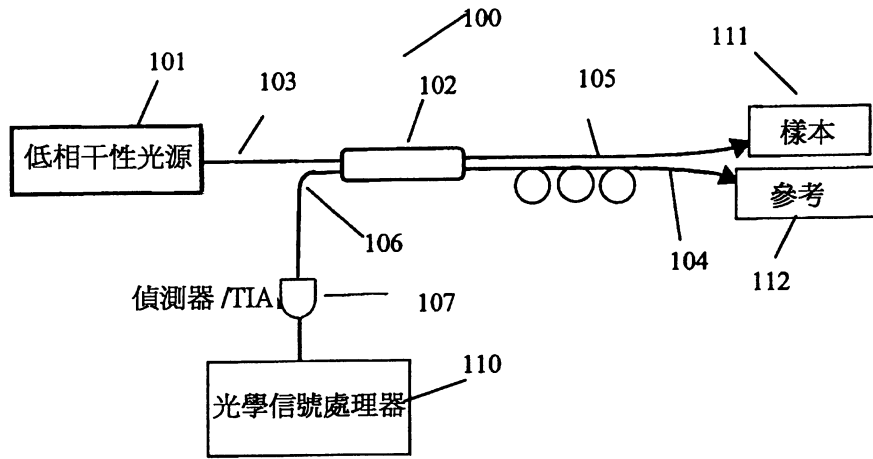


圖 1(先前技術)

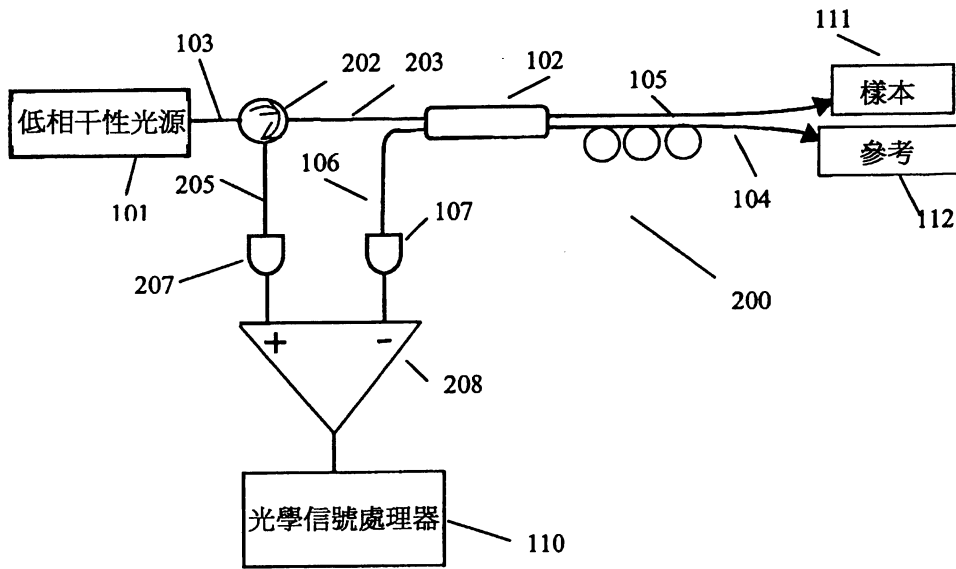


圖 2(先前技術)

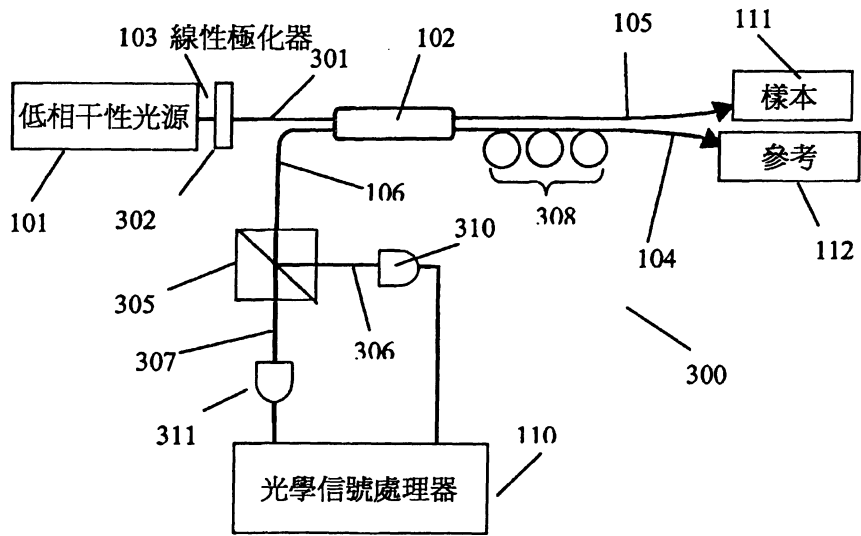


圖 3(先前技術)

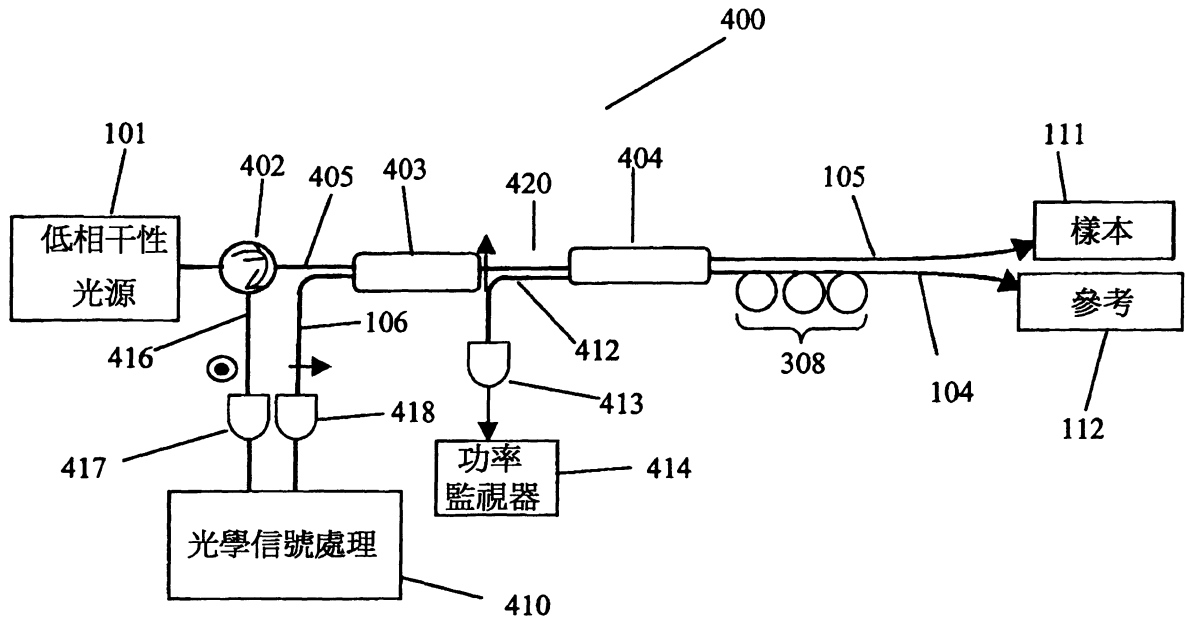


圖 4

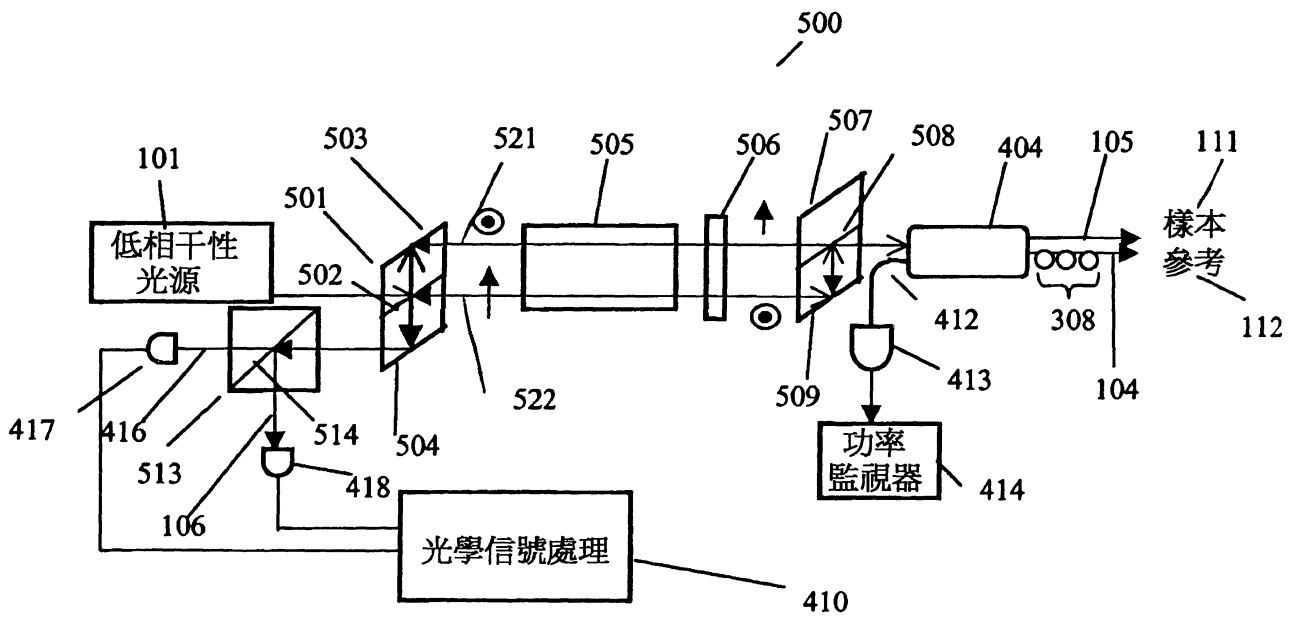


圖 5A



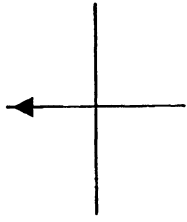


圖 5B

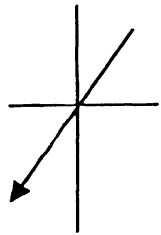


圖 5C

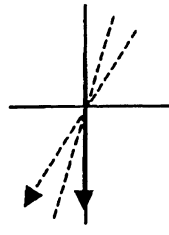


圖 5D

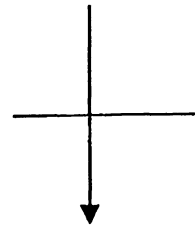


圖 5E

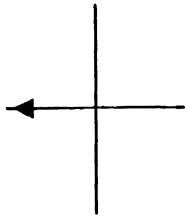


圖 5F

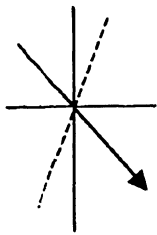


圖 5G

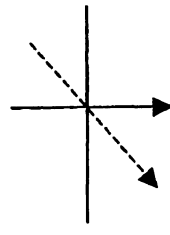


圖 5H

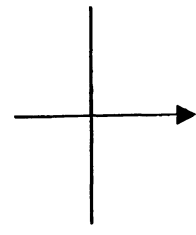


圖 5I

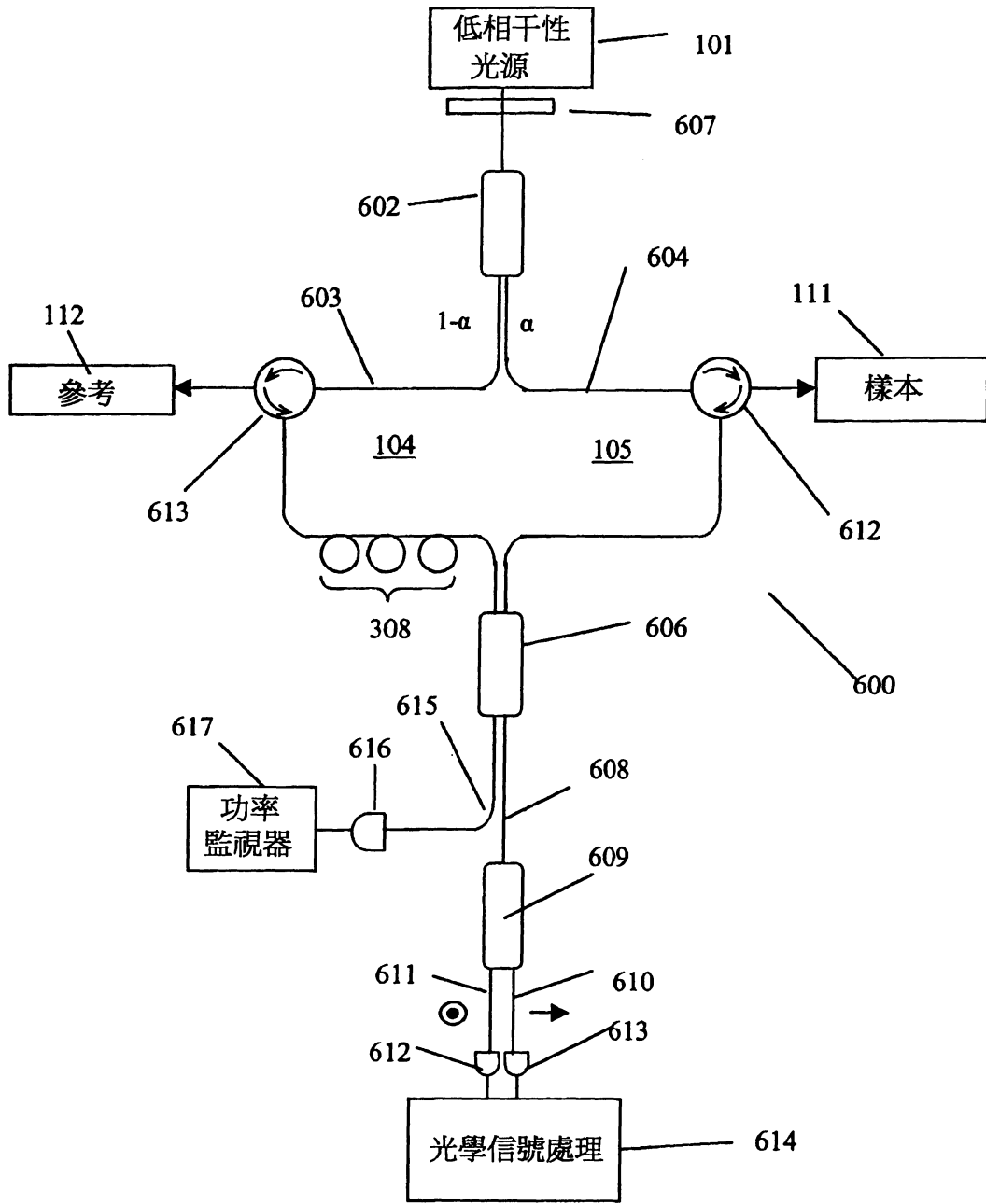


圖 6

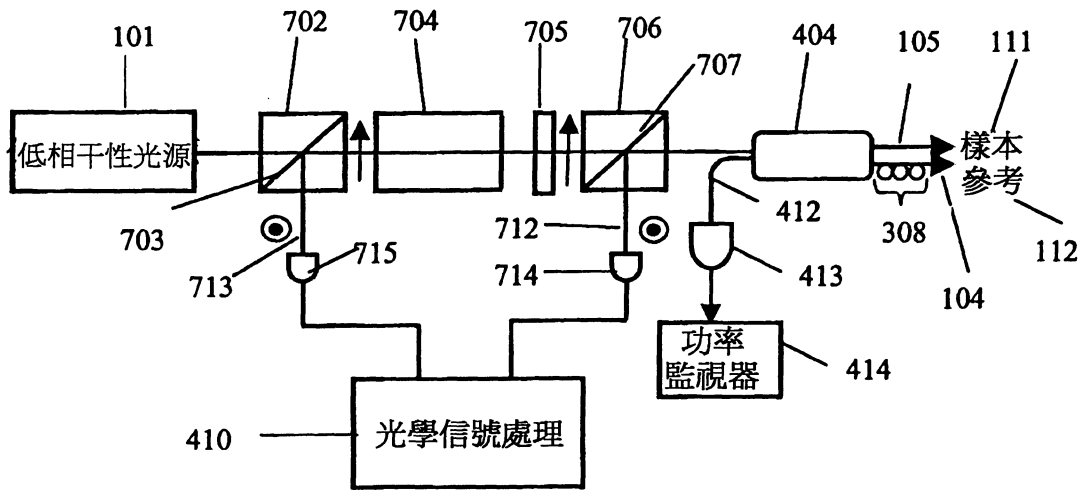


圖 7

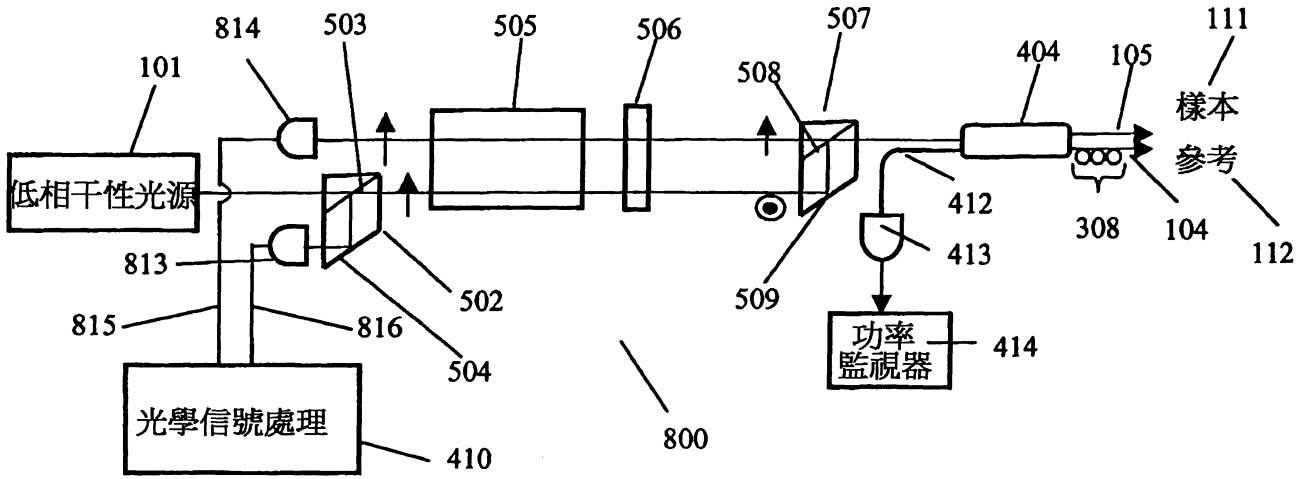


圖 8



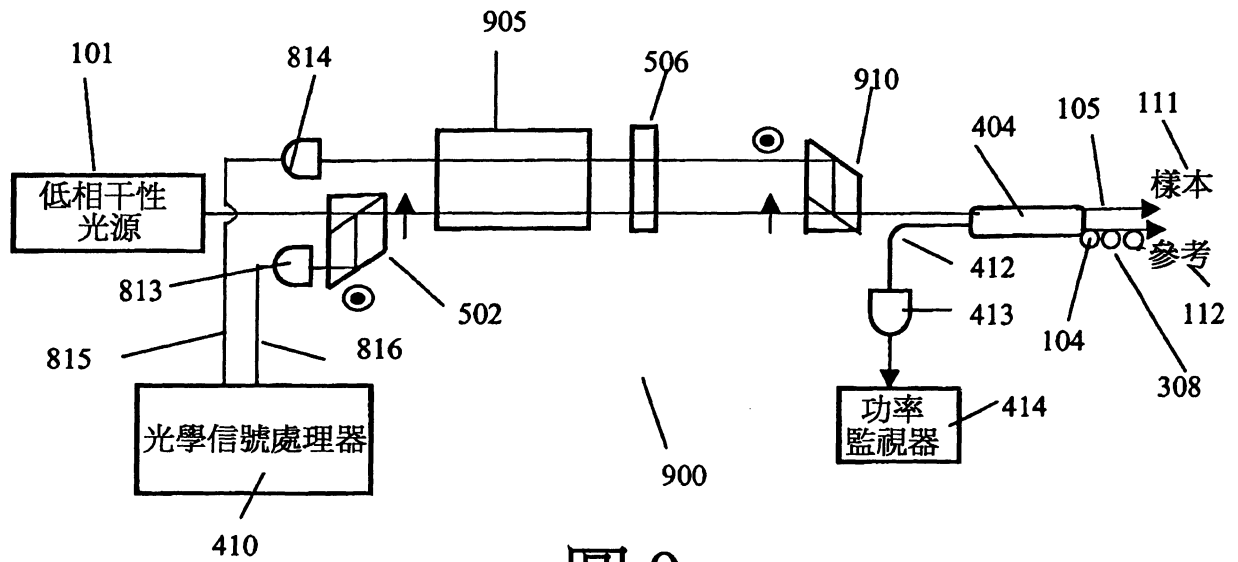


圖 9

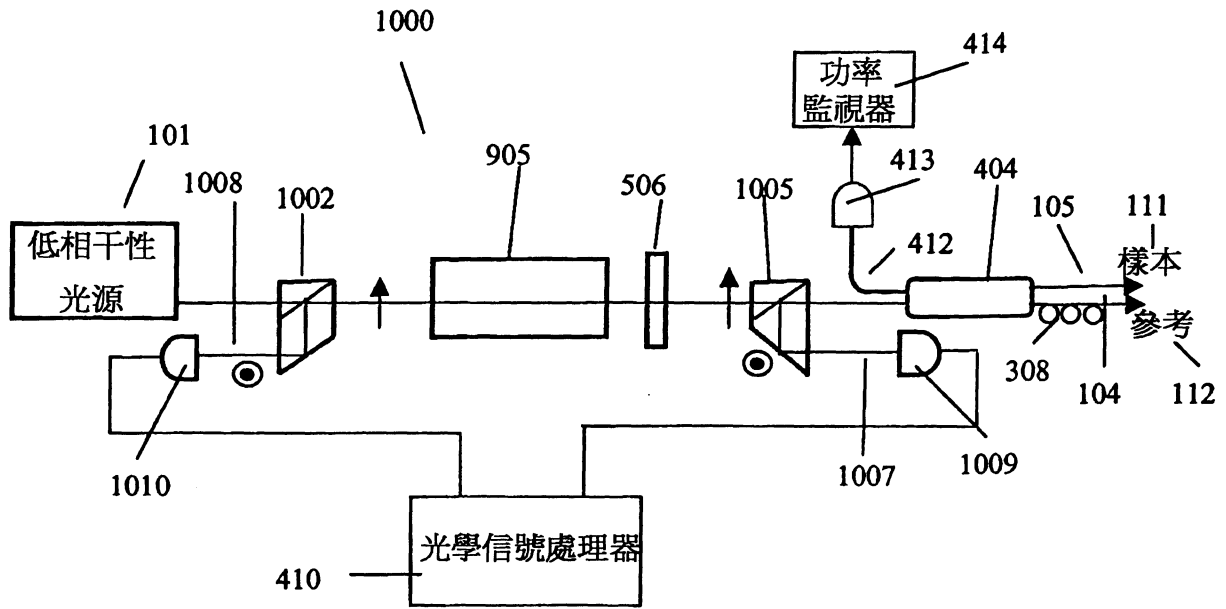


圖 10



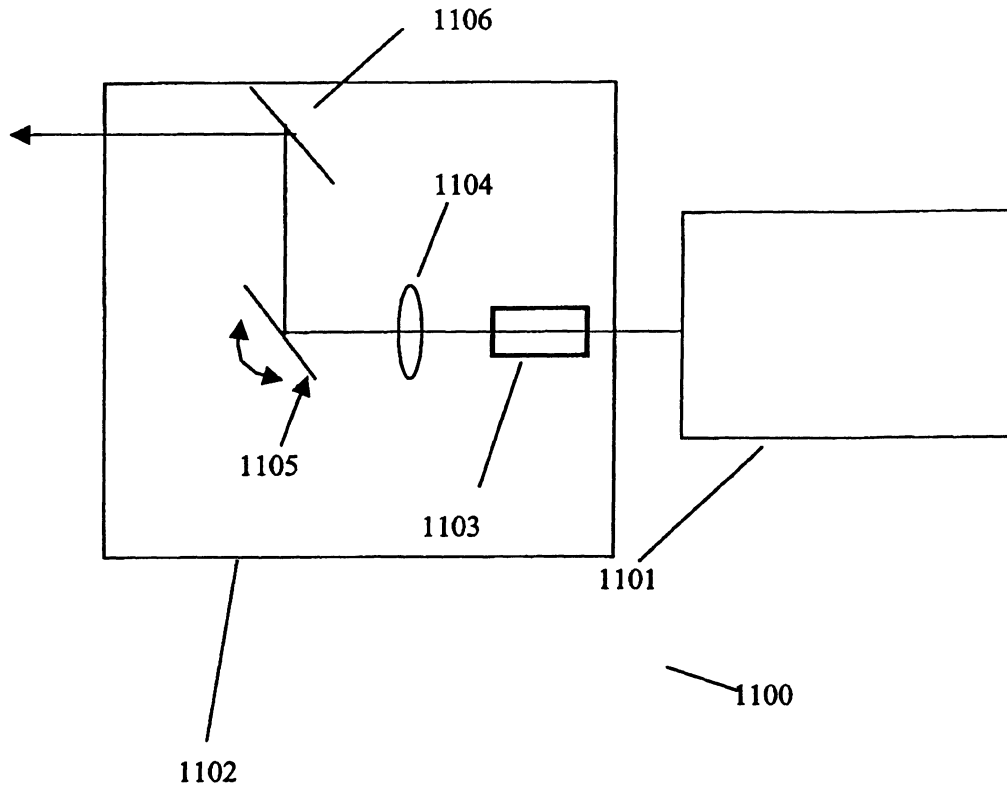


圖 11

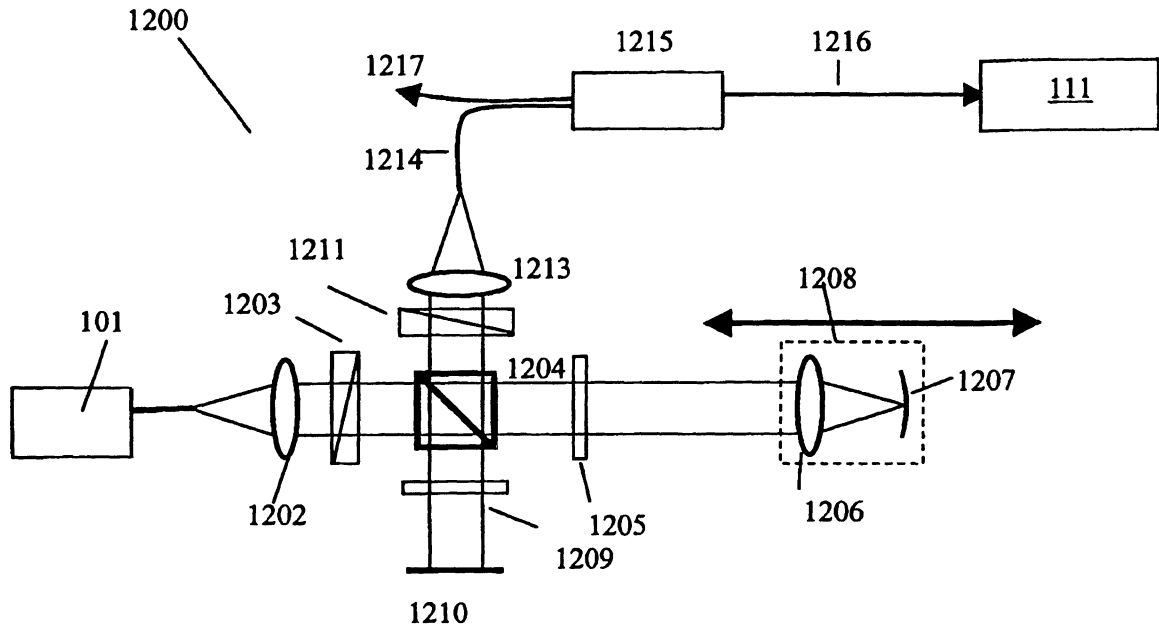


圖 12

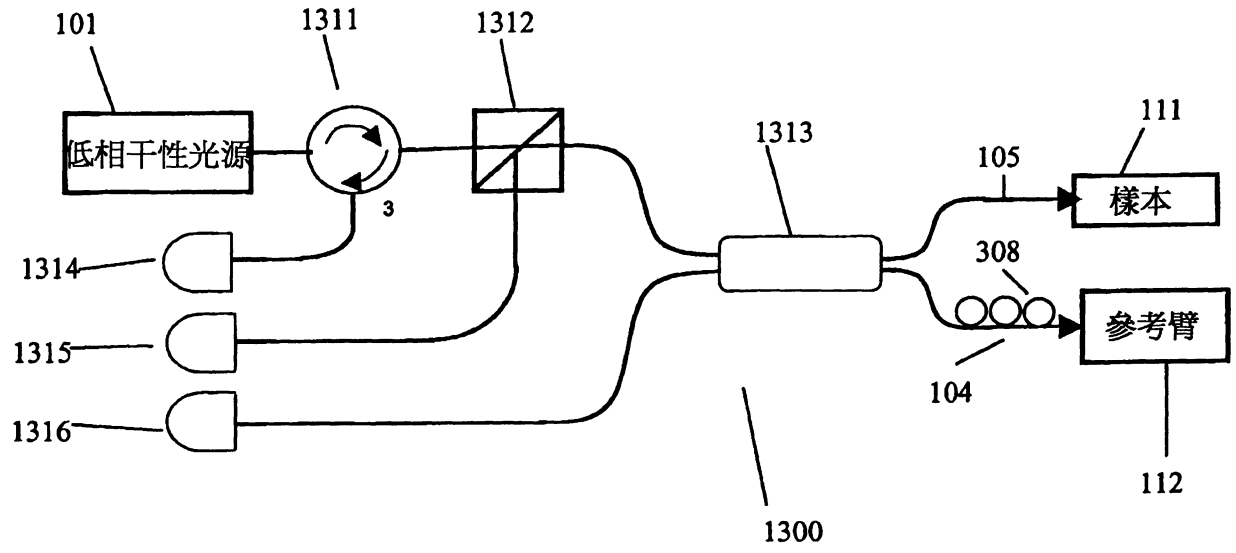


圖 13

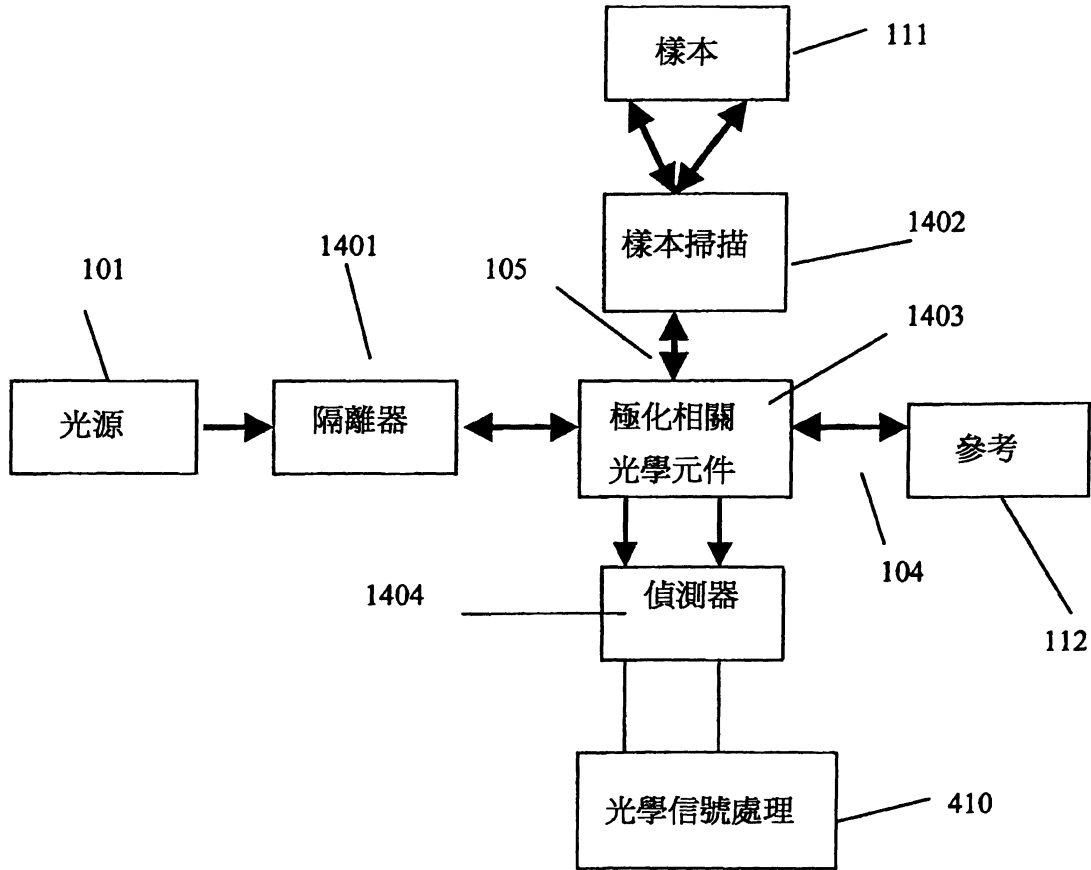


圖 14

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

101	低相干性光源
104	參考臂
105	樣本臂
106	信號臂/光束路徑/偵測器臂
111	樣本
112	參考
308	極化控制器
400	干涉儀
402	光循環器
403	極化相關分光器
404	光學分光器(或耦合器)
405	光源臂
410	光學信號處理單元
412	光學路徑
413	偵測器
414	功率監視器
416	路徑
417	光偵測器
418	光偵測器
420	光束路徑/光源臂

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)