

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7046811号
(P7046811)

(45)発行日 令和4年4月4日(2022.4.4)

(24)登録日 令和4年3月25日(2022.3.25)

(51)国際特許分類 F I
G 0 3 H 1/04 (2006.01) G 0 3 H 1/04

請求項の数 13 (全21頁)

(21)出願番号	特願2018-532409(P2018-532409)	(73)特許権者	515266223
(86)(22)出願日	平成28年12月19日(2016.12.19)		コベストロ、ドイチュラント、アクチエ ンゲゼルシャフト
(65)公表番号	特表2018-538580(P2018-538580 A)		COVESTRO DEUTSCHLA ND AG
(43)公表日	平成30年12月27日(2018.12.27)		ドイツ連邦共和国5 1 3 7 3レーパーク ーゼン、カイザー - ビルヘルム アレー 、 6 0
(86)国際出願番号	PCT/EP2016/081766	(74)代理人	100114188
(87)国際公開番号	WO2017/108704		弁理士 小野 誠
(87)国際公開日	平成29年6月29日(2017.6.29)	(74)代理人	100119253
審査請求日	令和1年12月16日(2019.12.16)		弁理士 金山 賢教
(31)優先権主張番号	15202173.9	(74)代理人	100124855
(32)優先日	平成27年12月22日(2015.12.22)		弁理士 坪倉 道明
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(74)代理人	100129713

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを工業生産するための装置および方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の平坦面(210.1)と更なる平坦面(210.2)を含む少なくとも1つの透明で平坦なキャリアー要素(210, 310, 410, 610)と、前記キャリアー要素(210, 310, 410, 610)の前記第1の平坦面(210.1)に配置可能な少なくとも1つのマスター要素(206, 306, 406, 606)と、光ビーム(214, 216)を光学的に結合するように構成される少なくとも1つの光入力結合素子(102, 202, 302, 402, 602)とを含む、基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成する装置(200, 300, 400, 600)であって、前記光入力結合素子(102, 202, 302, 402)と、前記キャリアー要素(210, 310, 410)の更なる平坦面(210.2)に設けることが可能な少なくとも1つのホログラフィック記録媒体(208, 308, 408)との間に光学的接触を機械的に確立するように構成される、または前記キャリアー要素(610)の更なる平坦面と、前記光入力結合素子(602)の平坦面(605)に設けることが可能な少なくとも1つのホログラフィック記録媒体(608)との間に光学的接触を機械的に確立するように構成される少なくとも1つの結合部(104, 204, 304, 404, 604)が設けられており、少なくとも前記結合部(104, 204, 304, 404, 604)が1000Pa~50MPaの間、好ましくは30,000Pa~30MPaの間の剪断弾性率を有する材料

から形成されることを特徴とする、装置（200, 300, 400, 600）。

【請求項2】

前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）と前記結合部（104, 204, 304, 404）もしくは前記結合部（604）と前記キャリアー要素（610）は、1000 Pa ~ 50 MPaの間、好ましくは30, 000 Pa ~ 30 MPaの間の剪断弾性率を有する材料から均質に形成され、または

前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）もしくは前記キャリアー要素（610）は、前記結合部（104, 204, 304, 404, 604）として、1000 Pa ~ 50 MPaの間、好ましくは30, 000 Pa ~ 30 MPaの間の剪断弾性率を有する材料から形成されるコーティングを有し、または、

前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）と前記結合部（104, 204, 304, 404）もしくは前記キャリアー要素（610）と前記結合部（604）とは別々の要素として形成され、前記結合部（104, 204, 304, 404, 604）は、特に、1000 Pa ~ 50 MPa、好ましくは30, 000 Pa ~ 30 MPaの剪断弾性率を有する材料からの可搬性フィルムとして形成されることを特徴とする、請求項1に記載の装置（200, 300, 400, 600）。

【請求項3】

前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）を動かすように構成され、前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）に少なくとも機械的に接続可能な少なくとも1つのハンドリング要素が設けられ、または

前記キャリアー要素（610）を移動させるように構成され、前記キャリアー要素（610）に少なくとも機械的に接続可能な少なくとも1つのハンドリング要素が設けられることを特徴とする、請求項1または2に記載の装置（200, 300, 400, 600）。

【請求項4】

前記ハンドリング要素を制御するための少なくとも1つの制御装置が設けられ、

前記制御装置が、結合ステップにおいて、前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）もしくは前記キャリアー要素（610）が初期位置から結合位置に移動するよう前記ハンドリング要素を作動させるように構成され、かつ/または、

前記制御装置が、結合解除ステップにおいて、前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）もしくは前記キャリアー要素（610）が前記結合位置から前記初期位置に移動するよう前記ハンドリング要素を作動させるように構成されることを特徴とする、請求項3に記載の装置（200, 300, 400, 600）。

【請求項5】

前記制御装置が、前記結合ステップの第1の部分ステップにおいて、前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）または前記キャリアー要素（610）が前記初期位置から中間位置に移動するよう前記ハンドリング要素を作動させるように構成され、

前記結合部（104, 204, 304, 404, 604）の少なくとも1つの縁部（318, 418）が、前記中間位置において、前記ホログラフィック記録媒体（208, 308, 408, 608）に接触することを特徴とする、請求項4に記載の装置（200, 300, 400, 600）。

【請求項6】

前記制御装置が、前記結合ステップの更なる部分ステップにおいて、前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）もしくは前記キャリアー要素（610）が、傾斜運動によって、前記中間位置から前記結合位置に移動するよう前記ハンドリング要素を作動させるように構成され、かつ/または、

前記制御装置が、前記結合ステップの更なる部分ステップにおいて、前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）もしくは前記キャリアー要素（610）が、並進運動によって、前記中間位置から前記結合位置に移動するよう前記ハンドリング要素を作動させるように構成されることを特徴とする、請求項5に記載の装置（200, 300, 400, 600）。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記制御装置が、前記結合ステップの更なる部分ステップにおいて、前記光入力結合素子（102, 202, 302, 402）または前記キャリアー要素（610）が、並進運動によって、前記中間位置から前記結合位置に移動するよう前記ハンドリング要素を作動させるように構成され、

前記中間位置において、前記結合部（104, 204, 304, 404, 604）の平坦面と、前記ホログラフィック記録媒体（208, 308, 408, 608）の平坦面との間に角度 θ があり、

前記角度 θ が、 $\theta < \arctan(d/l)$ の条件を満たし、

ここで、 d は、非圧縮状態での前記結合部（104, 204, 304, 404, 604）の層の厚さであり、 l は、前記結合部（104, 204, 304, 404, 604）の長さであることを特徴とする、請求項 5 に記載の装置（200, 300, 400, 600）。 10

【請求項 8】

前記マスター要素（206, 306, 406, 606）が、少なくとも部分反射的な方法で、入射光ビーム（214, 216）を回折させるように構成されることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の装置（200, 300, 400, 600）。

【請求項 9】

前記ホログラフィック記録媒体（208, 308, 408, 608）が、フォトレジスト材料、フォトリソマー、ハロゲン化銀フィルム、重クロム酸ゼラチン、フォトクロミック材料またはフォトリラクティブ材料を含む群から選択される材料から形成されることを特徴とする、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の装置（200, 300, 400, 600）。 20

【請求項 10】

前記ホログラフィック記録媒体（208, 308, 408, 608）を搬送するように構成される搬送装置（212, 612）が設けられることを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の装置（200, 300, 400, 600）。

【請求項 11】

少なくとも前記結合部（104, 204, 304, 404, 604）が、ポリウレタン、シリコン、天然ゴム、ポリビニルブチラール、ポリ酢酸ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリアクリレート、および/またはエポキシ樹脂を含む群から選択される材料から形成されることを特徴とする、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の装置（200, 300, 400, 600）。 30

【請求項 12】

少なくとも 1 つのレーザー源が設けられ、

前記レーザー源が、静的な方法で、または走査レーザービームを用いて、前記ホログラフィック記録媒体（208, 308, 408, 608）を露光するように構成されることを特徴とする、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の装置（200, 300, 400, 600）。

【請求項 13】

基板に誘導される再構成ビームを用いて、体積反射ホログラムを生成する方法であって、第 1 の平坦面（210.1）および更なる平坦面（210.2）を有する少なくとも 1 つの透明で平坦なキャリアー要素（210, 310, 410, 610）を提供するステップであって、前記キャリアー要素（210, 310, 410, 610）の前記第 1 の平坦面（210.1）にマスター要素（206, 306, 406, 606）が配置される、ステップと、 40

平坦面（605）を有する少なくとも 1 つの光入力結合素子（102, 202, 302, 402, 602）を提供するステップと、

ホログラフィック記録媒体（208, 308, 408, 608）を前記キャリアー要素（210, 310, 410）の更なる平坦面（210.2）または前記光入力結合素子（602）の平坦面（605）に提供するステップと、 50

光ビーム(214, 216)が、前記光入力結合素子(102, 202, 302, 402, 602)を介して前記ホログラフィック記録媒体(208, 308, 408, 608)に結合され、及び前記マスター要素(206, 306, 406, 606)によって反射されるよう、結合ステップにおいて、結合部(104, 204, 304, 404, 604)の平坦面と前記ホログラフィック記録媒体(208, 308, 408, 608)を光学的に結合するステップと、

を含み、

少なくとも前記結合部(104, 204, 304, 404, 604)が、1000Pa~50MPaの間、好ましくは30,000Pa~30MPaの間の剪断弾性率を有する材料から形成される、方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第1の平坦面とさらに別の平坦面を含む、少なくとも1つの透明で平面なキャリアー要素と、このキャリアー要素の第1の平坦面に配置可能な少なくとも1つのマスター要素を有する、基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成する装置に関する。さらに、本発明は、基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成する方法、および基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成する装置のための入力結合素子に関する。

【背景技術】

20

【0002】

体積ホログラム(参考文献中では厚いホログラムとも呼ばれる)は、ディスプレイアプリケーションなどの多くの光学用途に使用されている。体積ホログラムの定義によれば、その厚さは、ホログラムの記録に使用される光の波長よりかなり厚い。体積ホログラムは、光透過性媒体に基づく光回折ホログラフィック光学素子(HOE: Holographic Optical Element)であり、ホログラフィック記録層の体積に位相格子または吸収格子として書き込まれる。

【0003】

体積ホログラムの場合、原則として、透過型体積ホログラムと反射型体積ホログラムの2つのタイプの体積ホログラムに区別される。反射型体積ホログラムは、特にこの用途に関連する。

30

【0004】

体積ホログラム用の典型的な記録媒体には、ハロゲン化金属感光乳剤、重クロム酸ゼラチン、フォトポリマー、およびフォトクロミック材料が挙げられる。これらの機能、化学組成および用途は、「Optical holography」(P. Hariharan, Cambridge University Press (1996年)、ISBN 0521433487)と題する文献に記載されている。

【0005】

原則として、先行技術では、例えば、前述の文献において、反射ホログラムを製造する装置または設備および方法が開示されている。したがって、とりわけ、ビームスプリッタを用いて、コリメートされたレーザービームを2つの別々の対象ビーム路と基準ビーム路に分割する、または誘導する技術が知られている。例えば、部分ビームを拡げ、かつ/または、均一にするために、かつ/または、所望の波面を確立するために、レンズや空間フィルタなどのさらに別の光学素子を設けることが可能であることは理解されよう。ホログラフィック記録される対象物(マスター要素とも呼ばれる)には、対象ビームが照らされ、ホログラフィック記録媒体の方向にその光が回折される。例えば、ホログラフィック記録媒体は写真プレートでよい。前記プレートは、装置内、具体的には、2つの部分ビームが干渉する位置に配置される、すなわち、プレートの位置で干渉するよう2つの部分ビームが生成される。

40

【0006】

50

その他の対象がホログラフィック記録される場合、設備または装置は、生成される体積ホログラムの所望の幾何学的関数（例えば、再構成角、放射特性）および所望の再構成カラースペクトルに応じて、適合させることができる。したがって、例えば、米国特許出願公開第2011/0058240号明細書には、異なる3色のレーザービームによって、白色光の体積ホログラムを生成することができる複雑な干渉構成が示されている。

【0007】

単一のビームの構成は、従来技術から知られている別の装置または設備で実施することができる。特にそのコピーが作成されることが意図される対象またはマスター要素が、マスターホログラムである場合、単一ビームの構成を使用することが可能である。米国特許出願公開第2007/024939号明細書には、搬送装置によって半自動や完全自動の方法でホログラムのコピーを製造可能な様々な実施形態の装置が記載されている。

10

【0008】

単一ビームの構成は、通常、マスター要素とホログラフィック記録媒体が接触するかどうかにによって区別される。マスター要素は、反射体積ホログラムから形成可能である。具体的には、このマスター要素は、記録媒体（基準ビーム）を透過した非回折レーザー光が、マスター要素で反射回折される光ビーム（対象ビーム）と干渉するように、対象波すなわち対象ビームを生成することができる。その結果、ホログラフィック記録媒体の位置にマスターホログラムのコピーを生成または書き込むことができる。

【0009】

例えば、マスター要素をガラスプレートの平坦面に配置することができ、ホログラフィック記録媒体を別の平坦面に配置することができる。

20

【0010】

さらに、（光学）入力結合素子を使用することにより、平面の導光基板および平面の導波基板に光を結合させる技術は、従来技術の国際公開第1994/018603号により知られている。

【0011】

基板に誘導される再構成ビームは、特に、その光源が、薄い導波管または導光板を介して結合され、及びこの導波管またはこの導光板に位置する体積ホログラムによって結合解除される（decoupled）コンパクトな光学構成を特徴とする。例えば、これは、フラット照明体、アートホログラフィー、または電子ディスプレイ用の特殊照明装置に適している。逆に、そのような構成は、新規太陽電池またはカメラシステムなどに関連する光の収集にも使用することができる。これらの構成に共通していることは、特に、基板に誘導される光の幾何学的形状が本質的に平面波に似ており、対象ビームは、同様に基板に誘導するように、または基板から広がるよう（自由空間幾何形状）両方に構成可能である。この対象ビームは、例えば、3次元画像のケースのような、複雑な波面に対応し得る。同様に、拡散体、または球状もしくは円筒状の凸形状もしくは凹状の波面形状のようなその他の幾何学形状の使用も可能である。

30

【0012】

しかしながら、基板に誘導される再構成ビームによる体積反射ホログラムの製造、すなわち端部照射型体積ホログラムは、いくつかの問題を抱えている。例えば、そのようなホログラムのアプリケーションは、米国特許第4643515号明細書および米国特許第4790613号明細書により知られている。

40

【0013】

このように、従来技術に従う製造を行うため、キャリアー要素の第1の平坦面にマスター要素を設け、ホログラフィック記録媒体をキャリアー要素の別の平坦面に配置する。基板に誘導される再生ビームを用いて体積反射ホログラムを生成するために必要な平坦な入射方向（斜入射）で、光ビームをホログラフィック記録媒体に結合するために、ユーザーは、手動で入力結合素子をホログラフィック記録媒体上に配置しなければならない。

【0014】

概して、マスター要素、キャリアー要素、ホログラフィック記録媒体および入力結合素子

50

の間に十分な光学的接触を確立する必要がある。ここで問題なのは、入力結合素子の（入力結合）平坦面とホログラフィック記録媒体との間、およびホログラフィック記録媒体とキャリアー要素との間の良好な光学的接触を得ることである。これらの光学的接触のうちの1つは、ラミネート法などの簡単な方法で確立可能であるが、他の光学的接触をつくることは実際には困難であることが分かった。特に、無欠陥の製造プロセスでは、これらの要素の間に気泡の入らない接触を確立することが極めて重要である。

【0015】

ホログラフィック記録媒体がキャリアー要素上に設けられる場合（すなわち、キャリアー要素と記録媒体との間に光学的接触が確立される場合）、従来技術では、入力結合素子と記録媒体との間に十分な光学的接触を確立するための、いわゆる、屈折率整合液を使用する技術が開示されている。これらの液体は、入力結合素子とホログラフィック記録媒体との間に塗布される。この接触後、入力結合素子を記録要素に押し付けることによって、この入力結合素子と記録要素との間に十分な気泡のない光学的接触を確立することができる。しかし、記録プロセス後、この屈折率整合液を完全に除去する必要がある。したがって、この方法の欠点は、第1に、高い作業安全性が満たされなければならない、第2に、屈折率整合液を自動的に、特に、効率的に取り除く工程が非常に複雑になることである。また、屈折率整合液とホログラフィック記録媒体との化学的不適合性も問題である。例えば、関連するプロセスでは、米国特許第5330264号明細書には、大量生産の工程において待ち時間を短縮するために、2つの剛性面に接触させるための屈折率整合液（この場合、シリコン油）の量を大幅に少なくすることができる技術が示されている。

【0016】

次いで、国際公開第2008/100593号には、これを、キシレン、デカリン、水と溶融ゼラチンの混合液などの屈折率整合液を用いて、この接触を容易にする技術が記載されている。ゼラチン混合液は、熱い液体の形態で塗布され、その後、室温で硬化し、ホログラフィック光の露光後に剥がすことができる。この方法の短所には、液体を塗布しなければいけないこと、想定される長い硬化時間、および一回のみの使用に関する制限が含まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【文献】米国特許出願公開第2011/0058240号明細書
 米国特許出願公開第2007/024939号明細書
 国際公開第1994/018603号
 米国特許第4643515号明細書
 米国特許第4790613号明細書
 米国特許第5330264号明細書
 国際公開第2008/100593号

【非特許文献】

【0018】

【文献】「Optical holography」(P. Hariharan, Cambridge University Press (1996年)、ISBN 0521433487)

【発明の概要】

【0019】

したがって、本発明は、特に、屈折率整合液を用いない簡単な方法で基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを工業的規模で製造する装置および方法であって、基板に誘導される再構成ビームを用いた体積反射ホログラムの効率的な製造、特に、記録媒体のロール・ツー・ロール処理による量産対応可能な方法を提供する目的に基づく。

【0020】

本発明の第1の態様によれば、この目的は、本特許請求の範囲の請求項1に記載の装置に

10

20

30

40

50

よって達成される。基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成する装置は、第1の平坦面と、さらに別の平坦面を含む少なくとも1つの透明で平面のキャリア要素を含む。この装置は、キャリア要素の第1の平坦面に配置可能な少なくとも1つのマスター要素を含む。この装置は、光ビームを光学的に結合するように構成される少なくとも1つの光入力結合素子を含む。

【0021】

この装置は、入力結合素子と、キャリア要素のさらに別の平坦面に設けることができる少なくとも1つのホログラフィック記録媒体との間に光学的接触を機械的に確立するように構成される、またはキャリア要素のさらに別の平坦面と、光入力結合素子の平坦面に設けることができる少なくとも1つのホログラフィック記録媒体との間に光学的接触を機械的に確立するように構成される、少なくとも1つの結合部を備える。少なくともこの結合部は、1000 Pa ~ 50 MPaとの間、好ましくは30,000 Pa ~ 30 MPaとの間の剪断弾性率を有する材料から形成される。

10

【0022】

本発明により特定されたことは、1000 Pa ~ 50 MPa、好ましくは30,000 Pa ~ 30 MPaの剪断弾性率を有する材料から形成される少なくとも1つの結合素子を備える入力結合素子またはキャリア要素により、屈折率整合液(index matching liquid)を使用することなしに入力結合素子(またはキャリア要素)とホログラフィック記録媒体との間で良好な、特に気泡のない光学的接触が実現できることである。この結合部のこれらの特別な機械的特性の結果として、具体的には、機械的な送達により、結合部の平坦面をホログラフィック記録媒体の平坦面に光学的接触させることが可能となり、それと同時に、記録媒体の結合、好ましくは結合部の結合も、同様に機械的な移動によって、残留物を伴わずに非破壊的に再び解除することができることを保証することが可能である。したがって、このようにしてもたらされる機械的結合は、その後の機械的な結合解除(decoupling)により解除できるように構成されるので、この装置は、基板に誘導される再構成ビームを用いる体積反射ホログラムの工業規模での製造に使用するのに適しており、その中には屈折率整合液体の使用は含まれていない。

20

【0023】

上述した通り、具体的には、この装置は、特別なタイプのホログラム、特に基板に誘導される体積反射ホログラムを生成するように構成されている。この場合、基板に誘導される再構成ビームを用いる体積反射ホログラムは、エッジ照明される形状のケースのようにホログラム上に非常に平坦に降下する再構成ビーム(すなわち、回折条件を満たすビーム)によって区別される。

30

【0024】

この特別な幾何学的形状のため、このように製造されるホログラムまたはホログラフィック光学素子(HOE)は、基板に誘導される再構成ビームを用いるアプリケーションに適している。なお、この平面ホログラムは、再構成ビームが伝播する導波路や導光基板に光学的に結合される。例えば、これは、全反射(TIR)によって、または導波路もしくは導光基板を通る直接照射によって実施される。

【0025】

本発明による装置は、少なくとも1つのキャリア要素を有する。このキャリア要素は、第1の平坦面およびさらに別の平坦面を有する。さらに、キャリア要素は、ガラスのような透明な材料から形成される。なお、透明とは、使用される光源(例えば、レーザービーム)によって放出される光の大部分(例えば、90%を超える)がキャリア要素を通過することを意味することは理解されよう。

40

【0026】

このキャリア要素は、好ましくは、2つの平坦面を有する平面プレートとして、または所定の曲率を有する湾曲プレートとして形成され得る。具体的には、平坦面の形状は、アプリケーションが必要とする、生成される体積反射ホログラムの形状に対応する、または一致し得る。好ましくは、ガラスプレートなどのキャリア要素は、ホログラフィック記

50

録媒体の積層媒体として機能し得る。あるいは、光入力結合素子が、ホログラフィック記録媒体の積層媒体として機能し得る。好ましくは、このキャリアー要素は、光学的に透明で基本的に平坦な保護層として形成され、特に、薄いガラスから、もしくは有機の、および/もしくは無機の、および/もしくはハイブリッドの保護ラッカーから形成され、または可塑性層として形成され、またはこれらの組み合わせから形成され得る。さらに、このキャリアー要素は、加圧ローラーの圧力および剥離中に生じる引っ張り力に対して十分な機械的安定性をもって実現され得る。

【0027】

マスター要素は、キャリアー要素の第1の平坦面に配置され得る。具体的には、このマスター要素は、キャリアー要素と光学的接触する。例えば、このマスター要素は、キャリアー要素の上に積層され得、かつ/または、キャリアー要素と、好ましくはその下に位置する別のキャリアー要素との間に保持され得る。マスター体積ホログラムなどのマスター要素には、ホログラフィック記録媒体に書き込まれる情報が含まれる。すなわち、マスター体積ホログラム(具体的には、マスター体積反射ホログラム)をコピーすることができる。このマスター体積ホログラムは、基板に誘導される再構成ビームからの対象ビームとして、様々な基板に誘導される波面、または自由空間内の波面を生成可能である。これらの波面は、対象(例えば、拡散体)の平面波、円筒波、または球形波(多焦点とすることも可能である)、画像波でよい。これらの様々な波面の複数のより複雑な組み合わせも使用可能である。

10

【0028】

具体的には、キャリアー要素の第1の平坦面と反対側のさらに別の平坦面に平面状のホログラフィック記録媒体を、例えば、フィルムの形態で設けることが可能である。あるいは、ホログラフィック記録媒体を入力結合素子の平坦面に設けることができる。このマスター要素とホログラフィック記録媒体との間の距離、すなわち、特にキャリアー要素の厚さは、少なくともレーザー源のコヒーレンス長よりも短いことが好ましい。このマスター要素とホログラフィック記録媒体との間の距離はできるだけ短い方が好ましい。その距離は、好ましくは5mm未満、特に好ましくは1mm未満でよい。キャリアー要素は、ラッカーとして具体化することができる。マスター要素の下に、例えば、ガラスプレートの形態の別のキャリアー要素を設けることができる。例示的な構成では、キャリアー要素としてのラッカー層と、これに続くマスター要素と、これに続く光学的に透明な接着層(OCA: Optically Clear Adhesive)と、これに続くガラス層とが含まれる。

20

30

【0029】

光ビームを所望の所定の平角で結合することができるように、この装置は(光学)入力結合素子を含む。この入力結合素子は、屈折光学要素、特に光学プリズムであることが好ましい。

【0030】

入力結合素子(またはキャリアー要素)は結合部を含み、結合位置においてホログラフィック記録媒体と(直接的に)接触する入力結合素子(またはキャリアー要素)の少なくとも平坦面が形成される。

40

【0031】

本発明によれば、良好な光学的接触を得るためには、少なくとも結合部は、ソフトで(その後の分離、即ち結合解除のために)恒久的ではない粘着性の光学材料から形成されるべきであることが確認された。具体的には、光学的に透明な材料が使用可能である。本発明によれば、少なくとも結合部は、1000Pa~50MPaの間、好ましくは30,000Pa~30MPaとの間の剪断弾性率を有する材料から形成される。

【0032】

本発明による装置は、ホログラム記録中の照明面を含む表面上に入力結合素子と複写媒体またはホログラフィック記録媒体との間(または、キャリアー要素と複写媒体との間)に、気泡のない光学的接続を簡単に確立することができる。本発明による装置は、複写媒体

50

上に過度に高い圧力を加える必要なしに、完全に平面ではないものの大きな面での光結合を可能にする。例えば、2～5パールの圧力を加えることができる。従来技術とは対照的に、結合部は、特に、可逆的な結合、および/または、結合解除を可能にする。これは、高いスループットを目標とする工業規模で使用するための前提条件である。特に、ホログラフィック記録媒体は、物理的な損傷も化学的な損傷もない。この体積ホログラムの製造は、屈折率整合液を使用する際に必要とされる洗浄工程が不要であるため、時間の観点でより効率的である。この装置は、特に液体物質を取り除くことが可能なため、容易にかつ少額の費用でメンテナンス可能である。さらに、低い接触圧力しか必要としない。

【0033】

本発明による装置の第1の実施形態によれば、入力結合素子および結合部（またはキャリア要素および結合部）は、1000Pa～50MPaの間、好ましくは30,000Pa～30MPaの間の剪断弾性率を有する材料から均質に形成することができる。すなわち、入力結合素子および結合部（またはキャリア要素および結合部）は、構成要素の上または中に識別可能な別個の層が存在しないよう一体構成要素として製造可能である。別の、または追加的な改良において、結合部としての入力結合素子（またはキャリア要素）は、1000Pa～50MPaの間、好ましくは30,000Pa～30MPaの間の剪断弾性率を有する材料から形成されるコーティングを有することができる。例えば、入力結合素子（またはキャリア要素）は、結合部を形成するための適切なラッカーによってコーティングされ得る。コーティングは、（鋳型）鋳造プロセスまたは射出成形プロセスによって塗布することもできる。特に、このコーティングは、平面コーティングまたは球状コーティングとすることができる。球状コーティングの場合、簡略化された接触が容易になる。ホログラフィック記録媒体からの結合部の結合解除/分離にも同様のことが当てはまる。上記のように、入力結合素子および結合部（または、キャリア要素および結合部）が1つの材料から均質に形成されている場合にも、球形を提供可能である。コーティングまたは層は、少なくとも1μm、好ましくは少なくとも50μm、特に好ましくは100μmを超える厚さを有し得る。

【0034】

本発明によるさらに別の実施形態では、入力結合素子（またはキャリア要素）および結合部は別個の要素として形成可能である。光学本体および搬送可能なフィルムにより、入力結合素子（またはキャリア要素）を形成可能である。特に、結合部は、1000Pa～50MPa、好ましくは30,000Pa～30MPaの剪断弾性率を有する材料からの運搬可能なフィルムとして形成可能である。例えば、この結合部は、少なくとも1つのロールオーバー要素などを含む搬送装置を介して、搬送可能なフィルムでよい。この利点は、消費したフィルム材料を（自動化された方法で）再供給できるという事実からなる。

【0035】

可能な限り効率的かつ不変である結合部とホログラフィック記録媒体との間の光学的結合と結合解除を達成するために、さらに別の実施形態によれば、入力結合素子（またはキャリア要素）を移動させるように構成される、入力結合素子（またはキャリア要素）に少なくとも機械的に接続可能な少なくとも1つのハンドリング要素を設けることが可能である。例えば、このハンドリング要素は、入力結合素子を上げたり、かつ/もしくは、下げたりするための機械的装置でよい、または入力結合素子を移動させるためのロボットアームでよい。あるいは、このハンドリング要素は、例えば、キャリア要素を上げたり、かつ/もしくは、下げたりするための機械的装置でよい、またはキャリア要素を移動させるためのロボットアームでよい。あるいは、入力結合素子およびキャリア要素を移動させることも可能である。

【0036】

好ましくは、ハンドリング要素を制御する少なくとも1つの制御装置を設けることができる。結合ステップにおいて、入力結合素子（またはキャリア要素）がハンドリング要素を介して初期位置から結合位置に移動することができるようにハンドリング要素を作動させるよう制御装置を構成することができる。あるいは、または、それに加えて、結合解除

10

20

30

40

50

ステップにおいて、入力結合素子（またはキャリアー要素）をハンドリング要素によって結合位置から初期位置に移動させることができるようにハンドリング要素を作動させるよう制御装置を構成することができる。結合解除の間に記録媒体および/または結合部に損傷が生じないようにこれを行う。結合ステップで光学的結合を形成することができ、かつ/または、結合解除は、結合解除ステップで、具体的には自動的に行うことができる。

【0037】

基本的には、結合表面が本発明により形成される結合部によって形成される限り、どのような方法でも、入力結合素子（またはキャリアー要素）をホログラフィック記録媒体上に配置することができる、すなわち、ホログラフィック記録媒体と光学的に結合させることができる。一実施形態では、結合される結合部の表面は、ホログラフィック記録媒体に対して平行な平面で配列し接近することができる。

10

【0038】

さらに好ましい実施形態では、結合ステップの第1の部分ステップにおいて、入力結合素子（またはキャリアー要素）を初期位置から中間位置に移動させるようにハンドリング要素を作動させるよう制御装置を構成することができる。この中間位置では、結合部の少なくとも1つの縁部が、ホログラフィック記録媒体と接触し得る。好ましくは、結合部の一方の縁部のみが中間位置のホログラフィック記録媒体と接触し得る。気泡のない接触を特に確実に得るためには、特に大きな面を結合させる場合、空気の混入を避けるために、結合部の平坦面全体を同時にホログラフィック記録媒体上に置かないことが特に好ましい。

【0039】

特に好ましくは、結合ステップのさらに別の部分的ステップで、傾斜運動により入力結合素子（またはキャリアー要素）を中間位置から結合位置に移動させるようにハンドリング要素を作動させるよう、制御装置を構成することができる。具体的には、予め決定可能な角度 θ が、中間位置において結合部の平坦面と、ホログラフィック記録媒体の平坦面との間にある。具体的には、この角度 θ が実質的に 0° になるまで、入力結合素子（またはキャリアー要素）を傾斜運動によって移動させる、すなわちずらすことができる。つまり、この傾斜運動によって角度 θ を連続的に小さくすることができる。傾斜運動は、望ましくない空気を簡単に逃がすことができるので、大きな表面でも、信頼性の高い方法で高品質で光学的に結合することができる。

20

【0040】

特別な機械的特性を有する結合部の材料は、特に、凹凸を補償し、空気介在物を防止することを可能にする。

30

【0041】

別の好ましい実施形態では、結合ステップのさらなる部分ステップにおいて、並進運動により入力結合素子（またはキャリアー要素）を中間位置から結合位置に移動させるようにハンドリング要素を作動させるよう、制御装置を構成することができる。好ましくは、中間位置において、結合部の平坦面と、ホログラフィック記録媒体の平坦面との間に角度 α を設けることができる。この角度 α は、 $\alpha = \arctan(d/l)$ の条件を満たし得、 d は入力結合部が非圧縮状態のときの結合部の層の厚さであり、 l は結合部の長さ、具体的には、結合部の2つの対向する縁部間の長さである。なお、これらの縁部のうちの一方は、中間ステップにおいてホログラフィック記録媒体に接触する縁部であってもよい。結合部は、一定の角度 α の下で接近し得る。圧縮の強さに比例して結合面が大きくなることにより、具体的には、空気混入を避けることが可能になる。さらに、結合部及びキャリアー要素（または入力結合素子）もしくはこれらの上に配置されたホログラフィック記録媒体の上及び間に凹凸を補償することが可能である。結合状態では、この結合部は、結合面の一方の面でのみほぼ完全に圧縮され、他方の面ではほとんど圧縮を受けない。

40

【0042】

これらの結合ステップの2つの部分ステップは、好ましくは、1つの連続的な動きの中で実行することができる。

【0043】

50

この結合位置では、具体的には、結合部の材料の変形を最小に抑えるために、結合部に力がかからない状態で保持されるよう、ハンドリング要素をずらすことが好ましい。

【0044】

さらに、入射光ビーム、具体的には、レーザービームを少なくとも部分反射させて回折するようマスター要素を構成することができる。このマスター要素は、体積ホログラム、表面ホログラム、好ましくは、高屈折率のラッカーまたは回折作用を行う任意の別の層でシールされた表面ホログラムでよい。反射体積ホログラムが好ましい。例えば、このマスター要素は2枚のガラスプレート間に埋め込まれ得る。入力結合素子の平坦面に入射する、マスター要素を再構成するのに特に適したレーザービームは、入力結合素子およびホログラフィック記録媒体、ならびにキャリア要素を通過することができる(基準ビーム)。

10

【0045】

生成される体積反射ホログラムは、厚いホログラムとも呼ばれ得る。体積反射ホログラムは、 $d > g^2 / \lambda$ の条件を満たす厚さを有し得、 g は格子面の間隔、すなわち2つの隣接する格子変調の最大値間の幾何学的距離であり、 λ は光ビームの波長である。このマスターホログラムも、同様に、 $d > g^2 / \lambda$ の条件を満たす厚さを有する体積ホログラムであることが好ましい。

【0046】

基本的に、このホログラフィック記録媒体は、様々な材料から形成され得る。好ましくは、ホログラフィック記録媒体は、フォトレジスト材料、フォトポリマー、(微粒子)ハロゲン化銀フィルム、重クロム酸ゼラチン、フォトクロミック材料またはフォトリフラクティブ材料を含む群から選択される材料から形成することができる。なお、フォトポリマー、ハロゲン化銀フォトフィルムおよび重クロム酸ゼラチンが特に好ましい。

20

【0047】

ホログラムの特に効率的に製造するために、別の実施形態では、ホログラフィック記録媒体を搬送するように構成される搬送装置を設けることができる。この搬送装置は、好ましくは、フィルムとして形成されるホログラフィック記録媒体を搬送すなわち移動するための少なくとも1つのディフレクションローラーなどを含み得る。具体的には、ホログラフィック記録媒体の記録された部分は、ホログラフィック記録媒体の前記部分を記録された後に搬送され、記録されていない部分は、搬送することによって位置を決めることができる。具体的には、搬送装置は、入力結合素子(またはキャリア要素)がホログラフィック記録媒体に接触していない間にフィルムを移動または搬送できるように(例えば、前述の制御装置によって)制御することができる。搬送装置すなわち移動装置は、例えば、キャリア要素または入力結合素子上にホログラフィック記録媒体を積層するために、積層/剥離装置を含み得る。特に全自動で動作可能な装置を設けることができる。

30

【0048】

特に好ましい実施形態では、ホログラフィック記録媒体は、感光性記録層および透明な光学基材を含むことができる。好ましくは、この搬送ユニットは、ホログラフィック記録媒体が、必要な前進速度で、必要なフィルム巻き付け、および許容される巻き付け半径および張力で確実に搬送されることを保証する、暗室内に設置されるディフレクションローラー設備を備えることができる。

40

【0049】

好ましくは、少なくとも結合部、好ましくは入力結合素子全体が、透明な非散乱材料から形成され得る。具体的には、複屈折を示さない材料を使用することができる。光学パラメータのヘイズは、少なくとも1%未満でよい。使用されるレーザー光に対する透過値を少なくとも70%より大きく、好ましくは85%より大きくすることができる。

【0050】

さらに、本発明の装置の別の実施形態によれば、少なくとも結合部は、ポリウレタン、シ

50

リコーン、天然ゴム、ポリビニルブチラール、ポリ酢酸ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリアクリレート、および/またはエポキシ樹脂である。

【0051】

特に好適なポリウレタンは、本質的にハードセグメントを含まないポリウレタンである。ポリオール、好ましくはジオールと反応したペンタメチレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネートおよびH12-メチレンジイソシアネートをベースとする脂肪族イソシアネートの構成要素を有するポリウレタンが特に好ましい。好ましいジオールは、脂肪族ポリエステル、エチレングリコール、プロピレングリコールもしくはポリテトラヒドロフラン上のポリエーテル、ならびにポリエステルおよびポリエーテルセグメントを有するブロックコポリマーを含む。

10

【0052】

特に好適なシリコーンは、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ポリジフェニルシロキサン、または繰り返し単位(O-SiR₁R₂)_n(R₁、R₂=メチルまたはフェニル)を有する混合ポリシロキサンをベースとするシリコーンである。架橋反応としてヒドロシリル化を用いる系(例えば、シラン官能性ポリジメチルシロキサンと反応する末端C=C二重結合を有するポリジメチルシロキサンの系)が好ましい。ここで、白金化合物が適切な触媒である。

【0053】

ポリメチルメタクリレート、ポリビニルブチラール、ポリ塩化ビニルまたはポリ酢酸ビニルのような熱可塑性樹脂も同様に可塑剤とともに使用することができる。好適な可塑剤として、エステル、エーテル、グリコール、グリコールエーテルなどの化合物が挙げられる。

20

【0054】

内部可塑剤を有するポリアクリレート、例えば、比較的長鎖のアクリル酸エステルのポリアクリレート、例えば、アクリル酸ブチル、アクリル酸ヘキシル、アクリル酸イソオクチル、またはこれらの混合物により、本発明による材料の製造を可能にする。

【0055】

脂肪族アミンおよびカルボン酸と架橋することができる脂肪族グリシジルエーテルおよびグリシジルエステルを含むエポキシ樹脂も同様に好適である。好適なアミンとして、例えば、エーテルアミン(HuntsmanのJeffamine、CovestroのDesmophen NH 1220などのアスパラギン酸エステルなど)が挙げられる。

30

【0056】

装置のさらに別の施形態では、少なくとも1つのレーザー源を設けることができる。レーザー源すなわちレーザーユニットは、静的に、または走査レーザービームを用いて、ホログラフィック記録媒体を露光するように構成され得る。走査方法において、移動するレーザー光線によって、このマスター要素を走査することができる。静的露光方法において、その全領域にわたって、このマスター要素を静的に露光することができる。連続波(CW)レーザーまたは短パルスレーザーを用いて、露光を実行することができる。さらに、異なる波形、異なる波長、および/または異なる輝度分布を有する1つ以上のレーザービームを用いて、露光を実行することができる。ビームを形成する、かつ/またはビームを誘導するために、少なくとも1つの光学素子が提供され得ることは理解されよう。

40

【0057】

さらに、キャリアー要素、および/または、ホログラフィック記録媒体に吸収体フィルムを提供することも可能である。具体的には、例えば、ホログラムの一時的な形成、および/または、その特性に影響を及ぼすために、この吸収体フィルムにより、基準ビームと対象ビームとの間の輝度比、すなわち記録媒体内のいわゆるビーム比を変化させることができる。

【0058】

本発明のさらに別の態様は、基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成する方法に関連し、この方法には、

- ・第1の平坦面およびさらに別の平坦面を有する、少なくとも1つの透明で平坦なキャリ

50

ャー要素を提供するステップであって、このキャリアー要素の第1の平坦面にマスター要素が配置される、ステップと、

- ・平坦面を有する少なくとも1つの光入力結合素子を提供するステップと、
- ・キャリアー要素のさらに別の平坦面、または光入力結合素子の平坦面にホログラフィック記録媒体を設けるステップと、
- ・光ビームが入力結合素子を介して、ホログラフィック記録媒体に結合され、及びマスター要素によって反射されるよう、結合ステップにおいて、ホログラフィック記録媒体を結合部の平坦面と光学的に結合させるステップと、が含まれ、
- ・少なくとも結合部は、 $1000\text{ Pa} \sim 50\text{ MPa}$ 、好ましくは $30,000\text{ Pa} \sim 30\text{ MPa}$ の剪断弾性率を有する材料から形成される。

10

【0059】

この方法は、特に上記の装置によって実行可能である。具体的には、本発明による方法により、(事実上)気泡のない光学的接触を確立することができる。

【0060】

本発明の別の態様は、請求項1～12のいずれか一項に記載の基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成する装置のための光ビームの光入力結合用に構成される入力結合素子(またはキャリアー要素)に関する。入力結合素子(またはキャリアー要素)は、このキャリアー要素(または入力結合素子)のさらに別の平坦面に提供可能な少なくとも1つのホログラフィック記録媒体との光学的接触を確立するように構成される少なくとも1つの結合部を含む。少なくともこの結合部は、 $1000\text{ Pa} \sim 50\text{ MPa}$ との間、好ましくは $30,000\text{ Pa} \sim 30\text{ MPa}$ との間の剪断弾性率を有する材料から形成される。

20

【0061】

この入力結合素子(またはキャリアー要素)は、特に、上述の装置において使用可能である。

【0062】

本発明の装置、製造方法、および入力結合素子は、改良および開発に関し数多くの可能性を含んでいる。この目的のために、最初に、独立請求項に従属する特許請求項を参照し、次に、図面と関連して例示的实施形態を説明する。

【図面の簡単な説明】

30

【0063】

【図1】図1は、本発明による入力結合素子の例示的な実施形態の概略図である。

【図2】図2は、本発明による装置の例示的な実施形態の概略図である。

【図3】図3は、入力結合素子が中間位置にある、本発明による装置のさらに別の例示的な実施形態の概略図である。

【図4】図4は、本発明による装置のさらなる例示的な実施形態の概略図である。

【図5】図5は、本発明による方法の例示的な実施形態の図である。

【図6】図6は、本発明による装置のさらに別の例示的な実施形態の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0064】

40

以下の説明では、同じ要素に対して同じ参照符号が使用される。

【0065】

図1は、本発明による光入力結合素子102の例示的な実施形態の概略図である。この場合、光入力結合素子102は結合部104を有する。結合部104は、光入力結合素子102とホログラフィック記録媒体との間の光学的接触を確立するように構成される。

【0066】

光入力結合素子102は、屈折率整合光入力結合素子102でよい。具体的には、これは、次の媒質へ移行する際、屈折率ジャンプが全くない、または屈折率ジャンプが可能な限り小さくないことを意味する。例えば、入力結合素子102は、プリズムでよい。光ビーム、特にレーザービームは、入力結合素子102の側面103、105を通して入射し、

50

結合部 104 または入力結合面 104 を介して入力結合素子 102 から出ることができる。レーザー光が入射する側面 103, 105 に反射防止膜を設けることが好ましい。p 偏光が使用される場合、光ビームがブルースター角で入射するように、面を入射光ビームに対して整列させることができる。面は平面であってもよく、または特に、入射波の波面を修正するために機能する成形面を有していてもよい。その他の面は、好ましくは、黒くされ、吸収フィルムが設けられ、かつ/または、入力結合面から来るビームが反射して入力結合面に戻れないよう整列されることことができる。

【0067】

ホログラフィック記録媒体を結合部 104 に結合させるために、具体的には、気泡を入れないで結合させるために、そして、その後特に問題ない、具体的には、記録媒体を損傷させないで結合解除するために、少なくとも結合部 104 は、十分に軟質または粘弾性の材料（塑性変形能を有さない）から形成されていることが認識される。この材料は屈折率整合材料でよい。入力結合素子 102 の少なくとも結合部 104 は、 $30,000 \text{ Pa} (\text{N}/\text{m}^2)$ ~ 30 MPa の間の剪断弾性率を有する材料から形成することができる。例えば、入力結合素子 102 は、結合部 104 を生成するために適切な材料で被覆され得る。例えば、結合部 104 を形成するために、対応する剪断弾性率を有するラッカーを入力結合素子 102 に塗布することができる。同様に、鑄造工程において、入力結合素子 102 を結合部 104 に設けることも可能である。

10

【0068】

別の実施形態では、 $30,000 \text{ Pa} (\text{N}/\text{m}^2)$ ~ 30 MPa の間の剪断弾性率を有する材料（または複数の材料）から完全に形成される入力結合素子 102 を設けることも可能である。さらに別の例示的な実施形態では、入力結合素子 102 は、本体および結合部 104 のような 2 つの別個の要素から形成することができる。例えば、分離した結合部 104 は、 $30,000 \text{ Pa} (\text{N}/\text{m}^2)$ ~ 30 MPa の間の剪断弾性率を有する材料から形成されるプレートまたはフィルムでよい。好ましくは、少なくとも 1 つのディフレクションローラー要素を含み得る搬送装置を設けることができる。この搬送装置は、フィルムを搬送し、入力結合素子の本体とホログラフィック記録媒体との間にフィルムを提供するように構成され得る。例えば、この入力結合素子 104 の対応する少なくとも 2 つの部分の構成は、使用済みや損傷したフィルム材料を新しいフィルム材料に自動的に交換することができる。

20

30

【0069】

いずれの場合でも、結合部 104 を気泡のない状態でホログラフィック記録媒体に結合した後、問題なく結合解除が可能であることが保証されているので、このプロセスを何度も繰り返すことができ、このことが、基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを工業的規模で生産するための前提条件となる。

【0070】

図 2 は、本発明による装置 200 の例示的な実施形態の概略図である。概略的に示されている装置 200 は、基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成するように構成される。

【0071】

この装置 200 は、少なくとも 1 つの平坦な透明なキャリアー要素 210 を含む。例えば、この場合、ガラスプレート 210 はキャリアー要素 210 として設けられ得る。このキャリアー要素は、第 1 の平坦面 210.1 と、具体的には、第 1 の平坦面 210.1 に対向するさらに別の平坦な面 210.2 とを有する。本実施形態では、平坦面 210.2 を平面的な平坦面 210.2 として形成しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、体積ホログラムが特定の湾曲を有するアプリケーションもある。例えば、これは、乗り物のいわゆるヘッドアップディスプレイにおいて望ましいと思われる。好ましくは、さらに別の平坦面 210.2 の形状は、体積ホログラムのアプリケーションすなわち体積ホログラムの所望の湾曲に依存して形成され得る。例えば、さらに別の平坦面 210.2 は湾曲していてもよい、すなわち特定の曲率半径を有していてもよい。

40

50

【 0 0 7 2 】

図 2 からさらに分かるように、マスター要素 2 0 6 が第 1 の平坦面 2 1 0 . 1 上に配置される。具体的には、このマスター要素 2 0 6 は、マスターホログラム 2 0 6 と同様に、キャリア要素 2 1 0 の第 1 の平坦面 2 1 0 . 1 の少なくとも一部と光学的接触をする。例えば、このマスター要素 2 0 6 は、キャリア要素 2 1 0 の第 1 の平坦面 2 1 0 . 1 上に積層され得る。特に、マスター要素 2 0 6 は、基板に誘導される再構成ビームを用いて体積反射ホログラムを生成するために、ホログラフィック記録媒体 2 0 8 に書き込まれるべき情報を含む。

【 0 0 7 3 】

別の実施形態では、さらに別のガラスプレート 2 1 1 などの別のキャリア要素を設けることができる。この場合、マスター要素 2 0 6 は、両方のキャリア要素の間に配置され得る。

10

【 0 0 7 4 】

すでに説明したように、書き込まれるべきホログラフィック記録媒体 2 0 8 は、キャリア要素 2 1 0 のさらなる平坦面 2 1 0 . 2 上に提供され得る。単純なケースでは、これはオペレータの手作業によって行うことができる。図示されている好ましい変形例では、ホログラフィック記録媒体 2 0 8 を、例えば、フィルムの形態で、搬送し、かつ、キャリア要素上に位置決めするための 1 または複数のディフレクションローラー要素 2 1 2 を含む搬送装置 2 1 2 を設けることができる。具体的には、これにより体積反射ホログラムの工業的製造が可能となる。ラミネーション/デラミネーションユニット(ここには図示せず)を設けてもよい。

20

【 0 0 7 5 】

このホログラフィック記録媒体 2 0 8 は、ハロゲン化金属感光乳剤、重クロム酸ゼラチン、フォトポリマー、フォトクロミック材料または同様の材料から形成することができる。さらに、熱可塑性基板と、3 0 M P a 未満の剪断弾性率を有するホログラフィック記録層を含むホログラフィック記録媒体 2 0 8 が好ましい。欧州特許第 2 3 1 7 5 1 1 号明細書に記載されているように、熱可塑性基材および 0 . 7 M P a 未満の剪断弾性率を有するホログラフィック記録層を含むフォトポリマーが特に好ましい。具体的には、この欧州特許第 2 3 1 7 5 1 1 号明細書に記載されているフォトポリマーの場合、結合部が結合位置で常に熱可塑性基材(ホログラフィック記録層ではなく)と接触するよう、通常、結合部から離れたフォトポリマーの面にホログラフィック記録層を配置することが好ましい。

30

【 0 0 7 6 】

さらに、この装置 2 0 0 は、結合部 2 0 4 を有する入力結合素子 2 0 2 を備え、少なくとも結合部 2 0 4 は、3 0 , 0 0 0 P a (N / m ²) ~ 3 0 M P a の間の剪断弾性率を有する材料から形成される。熱可塑性基板とホログラフィック記録層を含むホログラフィック記録媒体 2 0 8 を使用する場合、基板側が結合部 2 0 4 に触れることが好ましい。結合部 2 0 4 とホログラフィック記録媒体 2 0 8 との間に(理想的な)光学的接触が確立されるよう、例えば、入力結合素子 2 0 2 を記録媒体 2 0 8 上に機械的に配置するために、入力結合素子 2 0 2 を移動させる手段は示されていない。記録動作の後、結合部 2 0 4 をホログラフィック記録媒体 2 0 8 から結合解除することにより、光学的接触を簡単にかつ損傷することなく再び解放することができる。具体的には、入力結合素子 2 0 2 をずらすまたは移動させるために、入力結合素子 2 0 2 に機械的に接続されるハンドリング要素、およびハンドリング要素を制御するように構成される制御装置を設けることができる。あるいは、次に説明するように(図 6)、入力結合素子を静止させ、キャリア要素を自動的に移動させることもできる。

40

【 0 0 7 7 】

結合部 2 0 4 (具体的には、結合部 2 0 4 の平坦面)とホログラフィック記録媒体 2 0 8 との間に、特に気泡のない光学的接触を生成した後、記録媒体に記録するために、具体的にはレーザーである光源(ここでは図示せず)を作動させることが可能である。記録プロセスを理解するために、2 つのビーム経路 2 1 4 および 2 1 6 を純粹に概略的に示す。

50

【 0 0 7 8 】

レーザー光 2 1 4、2 1 6 が、平坦面 2 0 3 で光入力結合素子 2 0 2 に入射する。結合部 2 0 4 を介して、基準ビーム 2 1 6 であるビーム 2 1 6 は、ホログラフィック記録媒体 2 0 8 を通過し、次いで、キャリア要素 2 1 0 を通過する。その後、対象ビーム 2 1 6 である回折された部分波がホログラフィック記録媒体 2 0 8 内の基準ビーム 2 1 4 と幾何学的に干渉し、ホログラフィック記録媒体 2 0 8 に所望の情報を書き込むよう、このビーム 2 1 6 は、マスターホログラム 2 0 6 によって、少なくとも部分的に反射して回折される。入射角が反射角と等しくないことが識別できることが好ましい。

【 0 0 7 9 】

さらに、マスターホログラム 2 0 6 において、マスターホログラム - 空気界面における全反射 (TIR) の結果として、回折されないビーム (回折効率が 100% でない場合に起こり得る 0 次) が記録媒体 2 0 8 の方向に反射されるのを防止する必要がある。

10

【 0 0 8 0 】

好ましい実施形態では、これは、マスターホログラム 2 0 6 の背面側 (すなわち、キャリアプレートに接触していない平坦面) に配置される、非回折ビームが入ることができる屈折率整合材料によって実行可能である。例えば、吸収フィルム、対応する第 2 のガラスプレート 2 1 1 などの対応する厚さのキャリアプレート 2 1 1、またはさらに別のプリズムを設けることができ、このプリズムが、反射境界面をずらし、かつ下方に傾斜させるため、反射光は、もはや (関連する領域内で) 記録媒体 2 0 8 に入ることはない。さらに、使用されるレーザー光 (例えば、黒色) を吸収するようキャリアプレート 2 1 1 を装

20

【 0 0 8 1 】

静的に、または走査レーザービームを用いて露光を行うことができる。少なくとも 1 つの連続波 (CW) レーザー、および/または、短パルスレーザーで露光を行うことができる。さらに、(対象に応じて) 異なる波形、異なる波長、および異なる輝度分布を有する 1 または複数のレーザービームを使用して露光を行うことができる。

【 0 0 8 2 】

図 3 は、本発明による装置 3 0 0 のさらに別の例示的な実施形態の概略図である。具体的には、図 3 は、結合ステップの好ましい実施形態を明らかにするために示されている。結合ステップにおいて、入力結合素子の結合部とホログラフィック記録媒体との間の光学的接触は、入力結合素子を機械的に移動させることによって確立される。したがって、図 3 には、結合ステップの特定の時間での装置 3 0 0 が示されている。特に、装置 3 0 0 は、結合ステップの中間位置で示されている。

30

【 0 0 8 3 】

図 3 では、入力結合素子 3 0 2 が、中間位置においてホログラフィック記録媒体 3 0 8 と縁部 3 1 8 で接触することを識別することが可能である。特に、結合部 3 0 4 の一方の縁部 3 1 8 (のみ) がホログラフィック記録媒体 3 0 8 に (面一に) 接触するよう、入力結合素子 3 0 2 を機械的に移動させることができる。例えば、入力結合素子 3 0 2 を移動させるまたはずらすために、ハンドリング要素などの手段 (ここには図示せず) を入力結合素子 3 0 2 に機械的に結合することができる。例えば、ロボットアームをこの端部に設けることができる。

40

【 0 0 8 4 】

ホログラフィック記録媒体 3 0 8 がキャリア要素 3 1 0 上に設けられた後、例えば、ハンドリング要素および制御装置によって、入力結合素子 3 0 2 を初期位置から中間位置に移動させることができる。例えば、中間位置において、入力結合素子 3 0 2、具体的には、結合部 3 0 4 の縁部 3 1 8 がホログラフィック記録媒体 3 0 8 に対して配置されるよう、入力結合素子 3 0 2 を機械的に移動させることができる。

【 0 0 8 5 】

次いで、入力結合素子 3 0 2 を中間位置から結合位置に移動させることができる。例えば、特に、入力結合素子 3 0 2 (好ましくは、結合部 3 0 4 の全平坦面) とホログラフィッ

50

ク記録媒体 308 との間の光学的結合を得るために、入力結合素子 302 をホログラフィック記録媒体 308 上に傾斜運動（矢印 320 に対応する）により配置することができる。すなわち、角度 θ は約 0° まで連続的に小さくすることが好ましい。例えば、入力結合素子 302 を対応して移動させるために、入力結合素子 302 にロボットアームを（機械的に）接続することができる。この結合プロセスの利点は、特に、空気が方向 322 に逃げることができるということである。特に良好で気泡のない光学的接触を得ることができる。

【0086】

入力結合素子 302 は、好ましくは、連続的に初期位置から結合位置に移動されることは理解されよう。

10

【0087】

図 4 は、本発明による装置 400 のさらに別の例示的な実施形態のさらに別の概略図である。具体的には、図 4 は、結合ステップの好ましい実施形態を明らかに示されている。したがって、図 4 には、結合ステップにおける特定の時間での装置 400 が示されている。具体的には、図 4 には、入力結合素子 402、特に、結合部 404 の平坦面とホログラフィック記録媒体 408 との間に光学的接触がすでに確立されている時点での装置が示されている。すなわち、入力結合素子 402 は結合位置にある。

【0088】

この結合ステップオプションでは、入力結合素子 402 を最初に中間位置に移動させることもできる。この中間位置では、入力結合素子 402 は、一方の縁部 418（のみ）がホログラフィック記録媒体 408 に対して配置され得る。具体的には、結合部 404 の縁部 418 が記録媒体 408 に（面一に）接触するよう、この入力結合素子 402 を最初にずらすことができる。具体的には、この入力結合素子 402 の縁部 418 は、ホログラフィック記録媒体 408 に対して角度 θ で配置される。

20

【0089】

ここで、角度 θ は、以下の条件を満たす。

【0090】

$$\theta < \arctan(d/l), \quad (1)$$

なお、 d は非圧縮状態での結合部 404 の層の厚さであり、 l は結合部 404 の長さ、具体的には、第 1 の縁部 418 とその他の縁部 426 との間の長さである。

30

【0091】

以下に説明するように、入力結合素子 402 を対応する角度 θ で配置することにより、結合部 404 の平坦面全体にわたって光学的接触を確立することが可能になる。入力結合素子 402 が角度 θ （中間位置）で第 1 の縁部 418 上に配置された後、入力結合素子 402 は、一方向（矢印 424 参照）に（連続的な）並進運動に沿って移動し得、これにより、入力結合素子 402 すなわち結合部 404 とホログラフィック記録媒体 408（結合位置）との間に十分な光学的接触が確立されるまで、ホログラフィック記録媒体 408 の領域（平面）が順当に広げられる。具体的には、第 1 の接点 418 に対向する結合部 404 の縁部 426 も、ホログラフィック記録媒体 408 と光学的に接触している場合、十分な光学的接触が確立される。

40

【0092】

このケースでは、全体的に、柔らかい結合部 404 は、最初、一方の側 418 にて接触し圧縮される。このケースでは、圧縮力が強くなると結合面積が増大し、空気混入を避けることが可能になる。さらに、ホログラフィック記録媒体 408 を含む、結合部 404 の平坦面及びキャリアー要素 410 の上及び間に凹凸が補償される。図 4 から分かるように、結合部 404 は、結合状態の結合面の一方の側 418 において事実上完全に圧縮されているが、他方の側 426 ではほとんど圧縮されていない。

【0093】

この入力結合素子 402 は、初期位置から結合位置に連続的に移動することが好ましいことは理解されよう。

50

【 0 0 9 4 】

結合ステップのさらに別の実施形態では、入力結合素子の結合部は、ホログラフィック記録媒体と平面平行に並べられ、ホログラフィック記録媒体に接近し得る。

【 0 0 9 5 】

本発明による装置の好ましい例示的な実施形態の機能を、図 5 を用いて以下に説明する。具体的には、図 5 には、本発明による方法の例示的な実施形態のフローチャートが示される。

【 0 0 9 6 】

第 1 のステップ 5 0 1 において、ホログラフィック記録媒体は、キャリア要素のさらに別の平坦面上に提供され得る。好ましくは、まだ書き込まれていないホログラフィック記録媒体が、搬送装置によって提供され得る。なお、キャリア要素は、第 1 の平坦面にマスター要素を有する。

10

【 0 0 9 7 】

次のステップ 5 0 2 (結合ステップ 5 0 2 とも呼ばれ得る) において、入力結合素子はホログラフィック記録媒体に光学的に結合される。例えば、これは、図 3 または図 4 に関連する説明に従って実行可能であり、ここでこれを参照する。

【 0 0 9 8 】

次のステップ 5 0 3 では、少なくとも 1 つの光源、具体的にはレーザーが起動され、入力結合素子又はホログラフィック記録媒体が露光される。ステップ 5 0 2 において、結合後、露光が始まるまで予め決定可能な待ち時間が存在してもよい。露光は、静的に、または走査レーザービームを用いて実行可能である。露光は、連続波 (C W) レーザーまたは短パルスレーザーを用いて実行可能である。さらに、(物体に依存して) 露光は、異なる波形、異なる波長および異なる強度分布を有する 1 または複数のレーザービームを使用して行うことができる。

20

【 0 0 9 9 】

先に説明したように、マスター要素での、またはマスター要素によるレーザービームの回折反射によってホログラフィック記録媒体内に干渉が生じ、所望のホログラムが書き込まれる。

【 0 1 0 0 】

露光終了後、次のステップ 5 0 4 において、入力結合素子は、記述されたホログラフィック記録媒体から結合解除される。具体的には、この入力結合素子は、ハンドリング要素および関連する制御装置などの適切な手段によって適切に移動され得る。本発明による実施形態により入力結合素子の少なくとも結合部の結合解除は容易に可能である。連続的または半連続的に構成される方法において、その後、更なる結合及び結合解除を直接行うことができる。

30

【 0 1 0 1 】

次のステップ 5 0 5 において、書き込まれたホログラフィック記録媒体は、キャリア要素から分離され (剥離され)、具体的には、搬送装置および付随する制御装置によって先へ搬送され、書き込みされていないホログラフィック記録媒体が、好ましくは、同時にキャリア要素のさらに別の平坦面に設けられ得る。その後、ステップ 5 0 2 に続くことが可能である。

40

【 0 1 0 2 】

図 6 には、本発明による装置 6 0 0 のさらに別の例示的な実施形態の概略図が示される。繰り返しを避けるために、図 6 による例示的な実施形態と、図 2 による例示的な実施形態との間の実質的な相違点を以下に説明する。

【 0 1 0 3 】

この例示的な実施形態では、ホログラフィック記録媒体 6 0 8 は、光入力結合素子 6 0 2 の平坦面 6 0 5 上に設けられる (具体的には積層される)。このケースでは、特に、ホログラフィック記録媒体 6 0 8 と光入力結合素子 6 0 2 との間には結合部は設けられていない。図示されている好ましい変形例では、ホログラフィック記録媒体 6 0 8 を (例えば、

50

フィルムの形態で)搬送し、入力結合素子上に配置するために、1または複数のディフレクションローラー要素612を含む搬送装置612を設けることができる。具体的には、これにより体積反射ホログラムの工業的製造が可能となる。ホログラフィック記録媒体608を光入力結合素子602の平坦面605に積層するために、積層/剥離ユニット(ここでは図示せず)を設けてもよい。

【0104】

図6からさらに分かるように、この結合部604は、この場合、キャリアー要素610の平坦面に配置される。キャリアー要素604および610は、別個の要素として形成することができる。例えば、キャリアー要素610は、上述したコーティングの形態の結合部604を備えることができる。別個の結合部604は、プレートまたはフィルムでよい。1つの材料から均質に製造される構成要素604および610を設けることもできる。いずれの場合でも、少なくとも結合部分604は、1000Pa~50MPa、好ましくは30,000Pa~30MPaの剪断弾性率を有する材料から形成される。

10

【0105】

好ましくは、キャリアー要素610、具体的には、結合部604、キャリアー要素610、マスター要素606、および随意的なさらに別のキャリアー要素611を含む層システムは、ハンドリング要素(ここには図示せず)によって移動することができる。具体的には、入力結合素子602上に設けられるホログラフィック記録媒体608とキャリアー要素610との間の光学的結合を確立するために、キャリアー要素610、具体的には、層システムを方向615に移動させることができる。あるいは、図3および4による例示的な実施形態に関連する説明に従って、この層システムが移動可能であることは理解されよう。ホログラフィック記録媒体606を記録した後、層システムを反対方向615に移動させることができる。

20

30

40

50

【 図面 】

【 図 1 】

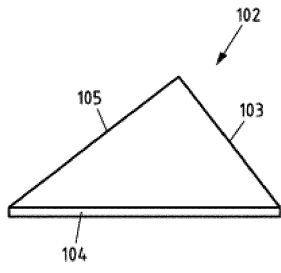


Fig.1

【 図 2 】

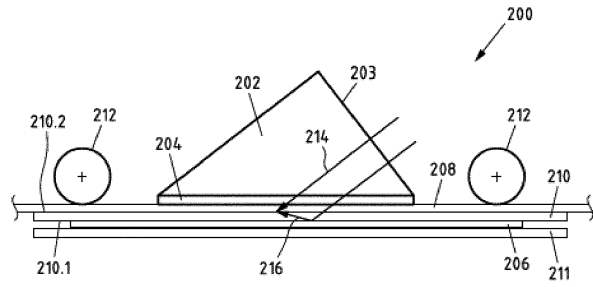


Fig.2

10

【 図 3 】

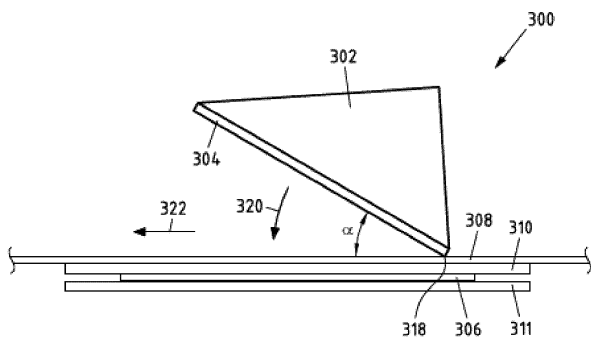


Fig.3

【 図 4 】

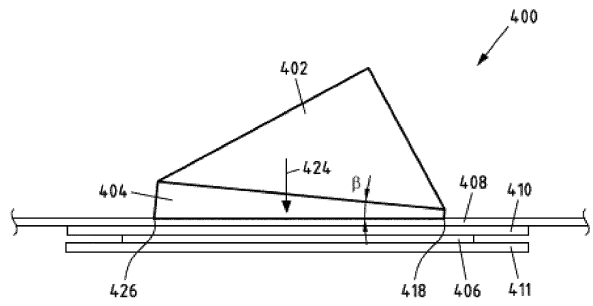


Fig.4

20

【 図 5 】

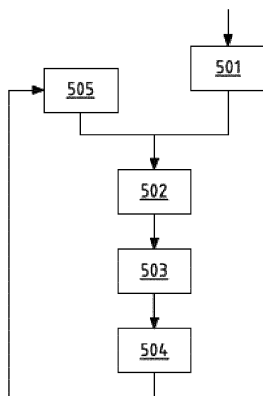


Fig.5

【 図 6 】

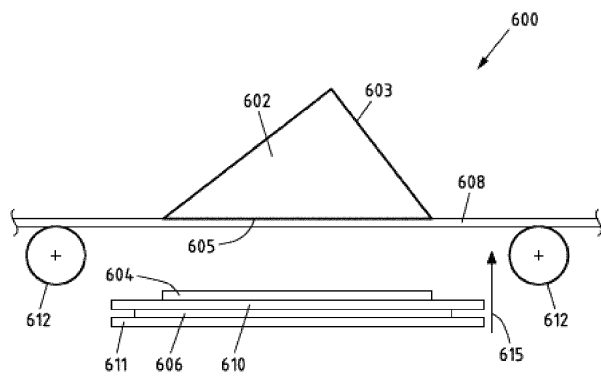


Fig.6

30

40

50

フロントページの続き

- 弁理士 重森 一輝
 (74)代理人 100137213
 弁理士 安藤 健司
 (74)代理人 100143823
 弁理士 市川 英彦
 (74)代理人 100151448
 弁理士 青木 孝博
 (74)代理人 100183519
 弁理士 櫻田 芳恵
 (74)代理人 100196483
 弁理士 川崎 洋祐
 (74)代理人 100203035
 弁理士 五味淵 琢也
 (74)代理人 100185959
 弁理士 今藤 敏和
 (74)代理人 100160749
 弁理士 飯野 陽一
 (74)代理人 100160255
 弁理士 市川 祐輔
 (74)代理人 100202267
 弁理士 森山 正浩
 (74)代理人 100146318
 弁理士 岩瀬 吉和
 (74)代理人 100127812
 弁理士 城山 康文
 (72)発明者 リビッツ, クリスチャン
 ドイツ国、5 0 8 2 3・ケルン、ケルナーシュトラッセ・1 5
 (72)発明者 ハーゲン, ライナー
 ドイツ国、5 1 3 7 7・レーバークーゼン、ウンター・デム・シルトヒェン・1 8
 (72)発明者 フェッケ, トーマス
 ドイツ国、5 1 3 7 5・レーバークーゼン、テンペルホーファー・シュトラッセ・1 6
 (72)発明者 ワルツ, ギュンター
 ドイツ国、5 1 3 7 7・レーバークーゼン、シュテファン - ツヴァイク - シュトラッセ・6
 (72)発明者 ブルーダー, フリードリッヒ - カール
 ドイツ国、4 7 8 0 2・クレーフェルト、アン・デ・ズィープ・3 4
 審査官 堀井 康司
 (56)参考文献 国際公開第2 0 0 8 / 1 0 0 5 9 3 (W O , A 1)
 特開2 0 0 2 - 0 9 9 1 9 5 (J P , A)
 特開平0 4 - 3 2 9 5 8 5 (J P , A)
 特開昭6 0 - 1 2 2 9 8 3 (J P , A)
 特表平0 4 - 5 0 4 7 6 5 (J P , A)
 特開2 0 0 8 - 2 6 8 6 7 4 (J P , A)
 特開2 0 0 8 - 3 0 9 8 2 4 (J P , A)
 特開2 0 1 5 - 2 3 0 4 1 0 (J P , A)
 (58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
 G 0 3 H 1 / 0 0 - 5 / 0 0