



(10) **DE 11 2018 000 917 T5** 2019.11.14

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/207041**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **G03B 17/12** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 000 917.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2018/052692**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.04.2018**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.11.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **14.11.2019**

(30) Unionspriorität:

|                   |                   |           |
|-------------------|-------------------|-----------|
| <b>15/593,605</b> | <b>12.05.2017</b> | <b>US</b> |
| <b>15/806,698</b> | <b>08.11.2017</b> | <b>US</b> |

(71) Anmelder:

**International Business Machines Corporation,  
Armonk, N.Y., US**

(72) Erfinder:

**Horesh, Lior, Yorktown Heights, N.Y., US; Horesh,  
Raya, Yorktown Heights, N.Y., US; Cohen,  
Guy, Yorktown Heights, N.Y., US; van Kessel,  
Theodore, Yorktown Heights, N.Y., US; Wisnieff,  
Robert Luke, Yorktown Heights, NY, US**

(74) Vertreter:

**Richardt Patentanwälte PartG mbB, 65185  
Wiesbaden, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Selbstreinigendes Ultraschallsystem**

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Systeme zum Reinigen einer optischen Einheit beinhalten Messen eines Zustands der optischen Einheit. Dabei wird ermittelt, ob die optische Einheit auf Grundlage des gemessenen Zustands der optischen Einheit gereinigt werden muss. Die optische Einheit wird mit Ultraschallschwingungen gereinigt, wenn die optische Einheit gereinigt werden muss.

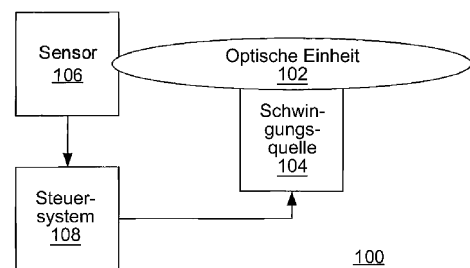
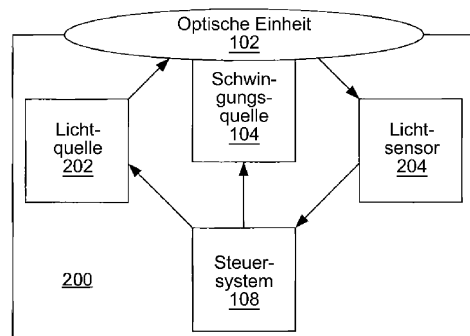


FIG. 1



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf Reinigungssysteme für Linsen, Spiegel und Anzeigen und insbesondere auf ein Verwenden von Ultraschallschwingungen zum Reinigen solcher Linsen und Bildschirme.

## HINTERGRUND

**[0002]** Auf Linsen, Spiegeln und Anzeigen sammeln sich oft Wasser, Staub und Schmutz an. Dies geschieht in jeder Umgebung, von Fernsehern und Desktop-Monitoren bis hin zu Spiegeln und Kameras, die in rauen Umgebungsbedingungen verwendet werden. Die Ansammlung von Feuchtigkeit und Schmutz kann die Klarheit der Oberfläche beeinträchtigen, sodass eine Reinigung erforderlich ist. Ein Reinigen solcher Oberflächen kann jedoch je nach Zugänglichkeit der Oberfläche unbequem, schwierig oder praktisch unmöglich sein. Zu einigen Beispielen gehören Rückfahrkameras und Außenspiegel von Fahrzeugen, Überwachungskameras und Kameras für mobile Einheiten. In jedem dieser Fälle kann Schmutz- oder Feuchtigkeitsansammlung verhindern, dass die Einheit bestimmungsgemäß verwendet wird.

**[0003]** In der Technik besteht somit Bedarf, das vorstehend beschriebene Problem zu lösen.

## KURZDARSTELLUNG

**[0004]** Von einem ersten Aspekt aus betrachtet, stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Reinigen einer optischen Einheit bereit, das aufweist: Messen eines Zustands der optischen Einheit; Ermitteln, ob die optische Einheit auf Grundlage des gemessenen Zustands der optischen Einheit gereinigt werden muss; und Reinigen der optischen Einheit mit Ultraschallschwingungen, wenn die optische Einheit gereinigt werden muss.

**[0005]** Von einem weiteren Aspekt aus betrachtet, stellt die vorliegende Erfindung ein selbstreinigendes optisches System bereit, das aufweist: eine optische Einheit; einen Sensor, der so konfiguriert ist, dass er einen Zustand der optischen Einheit misst; ein Steuersystem, das so konfiguriert ist, dass es ermittelt, ob die optische Einheit auf Grundlage des gemessenen Zustands der optischen Einheit gereinigt werden muss; und eine Schwingungsquelle, die so konfiguriert ist, dass sie die optische Einheit mit Ultraschallschwingungen reinigt, wenn die optische Einheit gereinigt werden muss.

**[0006]** Von einem weiteren Aspekt aus betrachtet, stellt die vorliegende Erfindung ein Computerpro-

grammprodukt zum Reinigen einer optischen Einheit bereit, wobei das Computerprogrammprodukt ein durch einen Computer lesbares Speichermedium aufweist, das von einer Verarbeitungsschaltung gelesen werden kann und Anweisungen speichert, die die Verarbeitungsschaltung ausführt, um ein Verfahren zum Durchführen der Schritte der Erfindung auszuführen.

**[0007]** Von einem weiteren Aspekt aus betrachtet, stellt die vorliegende Erfindung ein Computerprogramm bereit, das auf einem durch einen Computer lesbaren Medium gespeichert ist und in den internen Speicher eines digitalen Computers geladen werden kann, wobei das Computerprogramm Software-Codeteile aufweist, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird, um die Schritte der Erfindung durchzuführen.

**[0008]** Ein Verfahren zum Reinigen einer optischen Einheit beinhaltet ein Messen eines Zustands der optischen Einheit. Dabei wird ermittelt, ob die optische Einheit auf Grundlage des gemessenen Zustands der optischen Einheit gereinigt werden muss. Die optische Einheit wird mit Ultraschallschwingungen gereinigt, wenn die optische Einheit gereinigt werden muss.

**[0009]** Ein selbstreinigendes optisches System enthält eine optische Einheit. Ein Sensor ist so konfiguriert, dass er einen Zustand der optischen Einheit misst. Ein Steuersystem ist so konfiguriert, dass es ermittelt, ob die optische Einheit auf der Grundlage des gemessenen Zustands der optischen Einheit gereinigt werden muss. Eine Schwingungsquelle ist so konfiguriert, dass sie die optische Einheit mit Ultraschallschwingungen reinigt, wenn die optische Einheit gereinigt werden muss.

**[0010]** Ein selbstreinigendes optisches System enthält eine Linse. Ein Pellikel bedeckt die Linse. Ein Sensor ist so konfiguriert, dass er einen Zustand des Pellikels misst. Ein Steuersystem ist so konfiguriert, dass es den gemessenen Zustand der Linse mit einem als sauber bekannten Wert vergleicht, um zu ermitteln, ob das Pellikel gereinigt werden muss. Eine piezoelektrische Schwingungsquelle auf dem Pellikel ist so konfiguriert, dass sie das Pellikel mit Ultraschallschwingungen reinigt, wenn das Pellikel gereinigt werden muss.

**[0011]** Diese und andere Merkmale und Vorteile ergeben sich anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung veranschaulichender Ausführungsformen, die in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen zu lesen ist.

## Figurenliste

**[0012]** Die vorliegende Erfindung wird nunmehr im Folgenden lediglich beispielhaft mit Bezug auf bevorzugte Ausführungsformen beschrieben, die in den folgenden Figuren veranschaulicht sind:

**Fig. 1** ist ein Blockschaubild eines selbstreinigenden optischen Ultraschallsystems gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2** ist ein Blockschaubild eines selbstreinigenden optischen Ultraschallsystems, bei dem Licht verwendet wird, um gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Zustand einer optischen Einheit zu erfassen;

**Fig. 3** ist ein Blockschaubild eines selbstreinigenden optischen Ultraschallsystems, bei dem eine Gewichtgröße verwendet wird, um gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Zustand einer optischen Einheit zu erfassen;

**Fig. 4** ist ein Blockschaubild eines selbstreinigenden optischen Ultraschallsystems bei dem eine Gewichtgröße verwendet wird, um gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Zustand einer optischen Einheit zu erfassen;

**Fig. 5** ist ein Blockschaubild eines selbstreinigenden optischen Ultraschallsystems, bei dem ein Pellikel mit einem piezoelektrischen Element gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

**Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht der Struktur eines Pellikels mit einem piezoelektrischen Element gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 7** ist ein Blockschaubild/Ablaufplan eines Verfahrens zum Reinigen einer optischen Einheit gemäß der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 8** ist ein Blockschaubild eines selbstreinigenden optischen Ultraschallsystems gemäß vorliegender Ausführungsformen; und

**Fig. 9** ist ein Blockschaubild eines Verarbeitungssystems gemäß vorliegender Ausführungsformen.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

**[0013]** Bei Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden Ultraschallschwingungen verwendet, um eine Linse, einen Spiegel oder eine Anzeige (im Folgenden allgemein als „optische Einheiten“ bezeichnet) zu reinigen. An der optischen Einheit kann ein Ultraschallwandler befestigt sein oder die Einheit kann stattdessen Schwingungen durch eine piezo-

elektrische Pellikelschicht ausgesetzt sein, die an der optischen Einheit angebracht ist.

**[0014]** Die Schwingungen der optischen Einheit bewirken, dass Wasser, Staub, Schmutz und andere Verunreinigungen von der Oberfläche der optischen Einheit gelöst werden. Dieser Reinigungsmechanismus kann manuell oder automatisch ausgelöst werden. Hierin wird insbesondere eine Vielfalt von Ausführungsformen bereitgestellt, die sich auf verschiedene Erfassungs- und Auslösemechanismen beziehen.

**[0015]** Mit Bezug nunmehr auf **Fig. 1** wird ein selbstreinigendes optisches System **100** dargestellt. Eine optische Einheit **102** kann zum Beispiel eine Linse, einen Spiegel, eine Anzeige oder einen anderen durchlässigen (transmissiven) Bildschirm enthalten. Die optische Einheit **102** kann z.B. aus Glas, Quarz, Saphir, Acryl, Polycarbonat oder einem anderen geeigneten starren, durchlässigen Material bestehen. Der Begriff „durchlässig“ wird hierin verwendet, um ein Material zu bezeichnen, das elektromagnetische Strahlung bei einer oder mehreren Wellenlängen von Interesse durchlässt. Die optische Einheit **102** muss bei Ultraschallfrequenzen schwingungsfähig sein - Materialien, die nicht ausreichend starr sind, können die Ultraschallschwingungen unter Umständen nicht wirksam auf den Schmutz übertragen.

**[0016]** Über eine Schwingungsquelle **104** wirken Ultraschallschwingungen auf die optische Einheit **102** ein. Bei der Schwingungsquelle **104** kann es sich beispielsweise um einen Ultraschallwandler handeln, der so konfiguriert ist, dass er bei Ultraschallfrequenzen mittels eines elektromagnetischen oder mechanischen Mechanismus gegen die optische Einheit **102** schwingt. In alternativen Ausführungsformen kann es sich bei der Schwingungsquelle **104** um ein Pellikel und eine piezoelektrische Struktur handeln, die beim Anlegen einer Spannung schwingt. Der Begriff „Ultraschall“ wird hierin verwendet, um Schallwellenfrequenzen zu bezeichnen, die größer als etwa 20 kHz sind. Es wird insbesondere in Betracht gezogen, Frequenzen außerhalb des hörbaren Bereichs zu verwenden, wobei auch Frequenzen von Hunderten von kHz möglich sind.

**[0017]** Ein Sensor **106** stellt Informationen bereit, die dazu beitragen können, den Zustand der optischen Einheit **102** zu ermitteln. Der Sensor **106** misst oder bewertet insbesondere die Okklusion der optischen Einheit **102**, indem beispielsweise die optischen, schwingungstechnischen oder mechanischen Eigenschaften der optischen Einheit **102** gemessen werden. Änderungen dieser Eigenschaften können darauf hinweisen, dass die optische Einheit **102** beeinträchtigt oder verschmutzt ist. Insbesondere eine Verschiebung der Resonanzfrequenz der optischen

Einheit kann dazu genutzt werden, die Verunreinigungsbelastung der optischen Einheit zu messen.

**[0018]** Ein Steuersystem **108** verwendet die vom Sensor **106** gesammelten Informationen, um den Zustand der optischen Einheit **102** zu ermitteln. In einem Beispiel kann das Steuersystem **108** Werkseinstellungen für die Eigenschaften der optischen Einheit **102** speichern und die Messwerte mit den gespeicherten Werkseinstellungen vergleichen. Alternativ kann das Steuersystem **108** Nutzungswerte speichern und Änderungen dieser Werte im Laufe der Zeit erkennen. Wenn sich der Zustand der optischen Einheit **102** wie im Folgenden ausführlicher beschrieben in Bezug auf einen Schwellenwert verschlechtert, kann das Steuersystem **108** automatisch eine Reinigungsaktion auslösen. In einer weiteren Ausführungsform, die anstelle oder zusätzlich zum automatischen Auslösen umgesetzt wird, kann das Steuersystem **108** Eingaben von einem Benutzer oder Bediener annehmen, um einen Reinigungsvorgang auszulösen.

**[0019]** Wenn ein Reinigungsvorgang ausgelöst wird, stellt das Steuersystem **108** der Schwingungsquelle **104** ein Signal bereit, wodurch die Schwingungsquelle der optischen Einheit **102** Ultraschallschwingungen bereitstellt und die Oberfläche der optischen Einheit **102** reinigt. Das Steuersystem **108** kann den Sensor **106** verwenden, um zu bestätigen, dass sich der Zustand der optischen Einheit **102** verbessert hat. Wenn sich der Zustand der optischen Einheit **102** nicht verbessert hat, kann das Steuersystem **108** weitere Maßnahmen auslösen (z.B. Wiederholung des Reinigungsvorgangs oder Benachrichtigung eines Benutzers oder Bedieners). Wenn sich der Zustand der optischen Einheit **102** verbessert hat, kann das Steuersystem **108** bewirken, dass sich die Schwingungsquelle **104** ausschaltet. Der Reinigungsvorgang kann für eine bestimmte Zeit durchgeführt werden oder gleichzeitig mit dem Erfassen, wobei der Reinigungsvorgang beendet wird, wenn beim Erfassen ermittelt wird, dass die optische Einheit **102** sauber ist.

**[0020]** Während des Reinigungsvorgangs ist die Schwingungsquelle **104** so konfiguriert, dass sie eine Frequenz auswählt, die sich ausbreitende Wellen in der optischen Einheit **102** unterstützt. Stehende Wellen erzeugen Schwingungsknoten und Schwingungsbäuche, wobei bei den Schwingungsknoten eine sehr geringe Translationsbewegung festzustellen ist. Daher können Bereiche der optischen Einheit **102**, die sich in einem Schwingungsknoten einer stehenden Welle befinden, nicht wirksam gereinigt werden. In einigen Ausführungsformen kann die Schwingungsquelle **104** die Schwingungsfrequenz variieren, um sicherzustellen, dass die Positionen oder Strukturen der Schwingungsknoten geändert werden. Wenn eine Änderung der Erregerfrequenz nicht möglich ist,

kann die Schwingungsknotenstruktur darüber hinaus durch ein Ändern der Grenzbedingungen geändert werden. So erzwingt beispielsweise ein vorübergehendes Hinzufügen eines oder mehrerer Restriktionspunkte entlang der Kante der optischen Elemente eine Nullbewegung an diesen Punkten und ändert damit die Schwingungsknotenpositionen.

**[0021]** In einer Ausführungsform kann das Steuersystem **108** maschinelle Lernprozesse beinhalten, um die wirksamste Schwingungssteuersequenz aus früheren Reinigungsvorgängen zu lernen. Das Steuersystem **108** kann so konfiguriert werden, um z.B. die Reinigungszeit oder den Stromverbrauch zu optimieren. Der maschinelle Lernprozess erfasst Instanzen von Eingaben, darunter Anfangsdaten vom Sensor **106**, und Ausgaben, darunter Sensordaten während und nach dem Reinigungsvorgang, um auf überwachter Weise zu lernen, welche Ausgaben für bestimmte Eingaben verwendet werden sollen. Auf diese Weise kann das Steuersystem **108** spezifische Schwingungssteuerungen (z.B. Frequenz, Amplitude und Phase) lernen, um die optische Einheit **102** auf Grundlage von Sensormesswerten wirksam zu reinigen.

**[0022]** Mit Bezug nunmehr auf **Fig. 2** ist eine Ausführungsform eines selbstreinigenden optischen Systems **200** dargestellt, wobei die Schwingungsquelle **104** als Ultraschallwandler umgesetzt ist und der Sensor **106** als Lichtsensor umgesetzt werden kann, der so konfiguriert ist, dass er z.B. Reflexion, Übertragung und/oder Streuung von Licht bei der optischen Einheit **102** misst. Der Sensor **106** kann daher eine Lichtquelle **202** und einen Lichtsensor **204** enthalten, beispielsweise eine Leuchtdiode oder einen Laser und eine Fotodiode. Das von der Lichtquelle **202** ausgestrahlte Licht interagiert mit der optischen Einheit und wird vom Lichtsensor **204** gemessen.

**[0023]** Es wird insbesondere in Betracht gezogen, die Lichtquelle **202** und den Lichtsensor **204** in einem Gehäuse anzuordnen, wobei die Messung erfolgt, ohne dass das Licht durch die Außenfläche der optischen Einheit **102** geführt werden muss. In einer Ausführungsform, bei der die Übertragung gemessen wird, kann entweder die Lichtquelle **202** oder der Lichtsensor **204** außerhalb des Gehäuses angebracht und nach innen auf die Ersatzeinheit gerichtet sein, um zu messen, wie viel des ausgestrahlten Lichts durch die optische Einheit **102** übertragen wird.

**[0024]** Das Steuersystem **108** kann einen als sauber bekannten Wert für den vom Lichtsensor **204** gemessenen Wert speichern. Diese Messung kann z.B. im Werk durchgeführt werden. Wenn zu erwarten ist, dass sich die optischen Eigenschaften der optischen Einheit **102** im Laufe der Zeit ändern können (z.B. kann sich eine optische Einheit aus Polycarbonat nach Einwirkung von ultraviolettem Licht trüben),

kann der als sauber bekannte Wert erneut gemessen werden, um einen aktualisierten Wert zu erhalten.

**[0025]** Die Lichtquelle **202** kann kontinuierlich ein Ausgangssignal bereitstellen oder in regelmäßigen Abständen oder nach Belieben ausgelöst werden. Der Messwert wird mit dem als sauber bekannten Wert verglichen. Überschreitet der Unterschied zwischen dem Messwert und dem als sauber bekannten Wert einen Schwellenwert, oder wenn der in alternativen Ausführungsformen vom Lichtsensor **204** bereitgestellte Absolutwert unter einen Schwellenwert fällt, z.B. wenn der Reflexions- oder Übertragungswert durch Schmutz oder andere Verunreinigungen verringert wird, stellt das Steuersystem **106** fest, dass ein Reinigungsvorgang erforderlich ist.

**[0026]** Mit Bezug nunmehr auf **Fig. 3** ist eine Ausführungsform eines selbstreinigenden optischen Systems **300** dargestellt, wobei die Schwingungsquelle **104** als Ultraschallwandler umgesetzt ist und der Sensor **106** als Gewichtssensor umgesetzt werden kann. Der Gewichtssensor **302** stellt vor allem Messwerte für das Gewicht der optischen Einheit **102** bereit. Ein als sauber bekannter Wert für das Gewicht der optischen Einheit **102** kann im Steuersystem **108** gespeichert werden. Wenn sich Schmutz oder andere Verunreinigungen auf der Linse **102** ansammeln, erhöht sich der vom Gewichtssensor **302** gemessene Gewichtswert. Diese Gewichtszunahme (Masse) kann durch eine Verschiebung der akustischen Resonanzfrequenz der optischen Einheit direkt erfasst werden und ist für das Steuersystem **106** direkt erkennbar. In einer Ausführungsform wird die Treiberfrequenz variiert, während die Schwingungsamplitude von der Schwingungsquelle **104** überwacht wird, um die Frequenz zu ermitteln, bei der die maximale Schwingungsamplitude beobachtet wird. Dieser Wert kann direkt mit einem früheren Wert verglichen werden, um die Veränderung durch Verunreinigung zu beurteilen. Wenn der gemessene Gewichtswert höher als ein Schwellenwert ist oder wenn der Unterschied zwischen dem gemessenen Gewichtswert und dem als sauber bekannten Wert einen Schwellenwert überschreitet, stellt das Steuersystem fest, dass ein Reinigungsvorgang erforderlich ist.

**[0027]** Mit Bezug nunmehr auf **Fig. 4** ist eine Ausführungsform eines selbstreinigenden optischen Systems **400** dargestellt, wobei die Schwingungsquelle **104** als Ultraschallwandler umgesetzt ist und der Sensor **106** als Schwingungssensor **402** umgesetzt werden kann. Die Eigenresonanzfrequenz der optischen Einheit **102** wird ermittelt, indem die optische Einheit **102** über einen Frequenzbereich zu Schwingungen angeregt wird. Die Schwingungsquelle **104** stellt Ultraschallsignale über den gesamten Frequenzbereich bereit, und der Schwingungssensor **402** zeichnet eine sich daraus ergebende Schwingungsamplitude auf. Bei bestimmten Frequenzen,

bei denen die Eigenresonanz der optischen Einheit **102** hoch ist, ist die vom Schwingungssensor **402** gemessene Schwingungsamplitude höher als bei nichtresonanten Frequenzen. Die Amplituden werden im Steuersystem **106** mit den entsprechenden Frequenzen aufgezeichnet, um einen Resonanzfingerabdruck der optischen Einheit **102** zu erzeugen.

**[0028]** Wenn sich Schmutz oder andere Verunreinigungen auf der Oberfläche der optischen Einheit **102** ansammeln, ändern sich die Schwingungseigenschaften der optischen Einheit **102**, was wiederum die Eigenresonanzeigenschaften der optischen Einheit **102** ändert. Das Steuersystem **106** löst eine Messung der Eigenresonanz der optischen Einheit **102** nach einem Zeitplan (z.B. periodisch), kontinuierlich oder auf Anforderung eines Benutzers oder Bedieners aus. Das Steuersystem **106** stellt der Schwingungsquelle **104** ein Steuersignal bereit, das bewirkt, dass die Schwingungsquelle **104** den Frequenzbereich bei einer Amplitude unterhalb der für die Reinigung der optischen Einheit **102** erforderlichen Amplitude einstellt. Das Steuersystem **106** ermittelt, wie stark der Resonanzfingerabdruck von einem als sauber bekannten Fingerabdruck abgewichen ist. Überschreitet die Abweichung einen Schwellenwert, löst das Steuersystem **106** einen Reinigungsvorgang aus. Wenn ein Reinigungsvorgang ausgelöst wird, veranlasst das Steuersystem **106** die Schwingungsquelle **104**, Ultraschallschwingungen mit z.B. einer höheren Amplitude bei einer einzelnen Frequenz anzulegen.

**[0029]** Mit Bezug nunmehr auf **Fig. 5** ist eine Ausführungsform eines selbstreinigenden optischen Systems **500** dargestellt, wobei die Schwingungsquelle **104** als piezoelektrisches Pellikel **502** umgesetzt ist. Das Pellikel **502** ist mit einer Struktur, die an späterer Stelle ausführlich beschrieben wird, an der Oberfläche der optischen Einheit **102** befestigt. Das Pellikel **502** enthält eine piezoelektrische Komponente, die schwingt, wenn eine Spannung durch das Steuersystem **106** angelegt wird. Der Zustand der optischen Einheit **102** kann beispielsweise durch den vorstehend beschriebenen Schwingungsprozess gemessen werden, der die Eigenresonanz der optischen Einheit **102** ermittelt. In einer solchen Ausführungsform wird das Pellikel **502** über einen Frequenzbereich in Schwingung versetzt, und ein als sauber bekannter Fingerabdruck wird ermittelt. Nachfolgende Messungen zeigen unter Umständen, dass sich der Resonanzfingerabdruck gegenüber dem als sauber bekannten Resonanzfingerabdruck um einen Betrag geändert hat, der einen Schwellenwert überschreitet. In diesem Fall kann die optische Einheit als verschmutzt eingestuft werden, und das Steuersystem **106** löst einen Reinigungsvorgang aus.

**[0030]** Die Verwendung des Pellikels **502** weist bestimmte Konstruktionsvorteile gegenüber der Ver-

wendung eines Wandlers als Schwingungsquelle auf, darunter beispielsweise ein Bewegen der Oberfläche an einen gewünschten Ort im optischen System (z.B. die konjugierte Ebene), ein Gewinnen von Schwingungsenergie, andere verbesserte Schwingungs- und Oberflächeneigenschaften als diejenigen der geschützten Linse, getrennte Fertigung usw. In einer Ausführungsform enthält das Pellikel **502** eine erste optische Oberfläche. In einer alternativen Ausführungsform ist das piezoelektrische Element in die optische Einheit **102** eingebettet.

**[0031]** In einer Ausführungsform kann eine oszillierende Treiberspannung an das Pellikel **502** angelegt werden, um die Ultraschallemission anzuregen, die zur optischen Einheit **102** übertragen wird. Alternativ können Schwingungen in der optischen Einheit **102** zum Pellikel **502** übertragen werden, um eine Spannung anzuregen, die zur Beobachtung oder Energiegewinnung verwendet werden kann. Ein separater Schwingungssensor **402** kann zwar verwendet werden, doch funktionieren einige Ausführungsformen ohne separaten Schwingungssensor **402** und messen Schwingungssignale direkt mithilfe des Pellikels **502**.

**[0032]** Bei der Energiegewinnung kann die vom Pellikel **502** erzeugte Spannung zum Laden eines Kondensators oder einer Batterie verwendet werden. Die gespeicherte elektrische Energie kann verwendet werden, um das Reinigungssystem **500** zu steuern. Die vom Pellikel **502** erzeugte Spannung kann gemessen und verwendet werden, um den Zustand des Pellikels **502** oder die Bewegung von z.B. einem Fahrzeug zu ermitteln.

**[0033]** Mit Bezug nunmehr auf **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht des Pellikels **500** dargestellt. Das Pellikel **502** enthält eine Membran **602**. Die Membran **602** besteht aus einem transparenten Material, das behandelt werden kann, um eine wasserabweisende Außenfläche aufzuweisen. Es wird insbesondere in Betracht gezogen, Quarzglas als Membranmaterial zu verwenden, zu alternativen Materialien gehören jedoch z.B. Quarz, Glas, Saphir, Acryl und Polycarbonat. Die Dicke der Membran **602** hängt von der Umgebung, dem Durchmesser und den Schwingungseigenschaften ab, aber speziell in Betracht gezogene Ausführungsformen weisen eine Dicke von etwa 1 mm oder weniger auf.

**[0034]** Wie bereits erwähnt, kann die Membran **602** auf einer Außenfläche wasserabweisend behandelt werden. Es gibt viele solcher Behandlungen, eine Behandlung jedoch, die speziell für ein Glas- oder Quarzmembranmaterial in Betracht gezogen wird, ist Tridecafluoro-1,1,2,2-Tetrahydrooctyl-Trichlorsilan.

**[0035]** Die Membran **602** wird mechanisch an einer metallisierten piezoelektrischen Schicht **604** an-

gebracht. Es wird insbesondere in Betracht gezogen, die metallisierte piezoelektrische Schicht **604** mit einer beispielhaften Dicke von etwa 80 µm aus Polyvinylidenfluorid zu bilden und mit einem geeigneten metallischen Material wie Nickel zu metallisieren. Alternative piezoelektrische Materialien, die verwendet werden können, sind z.B. Quarz und Bleizirkonattitanat. Ein Abstandshalter **606** unter der metallisierten piezoelektrischen Schicht **604** positioniert die Membran **602** und verleiht der Membran **602** und der piezoelektrischen Schicht **604** Steifigkeit. In einer alternativen Ausführungsform kann die piezoelektrische Schicht **604** in Form eines Rings aufgebracht werden, der an der optischen Einheit **102** befestigt ist oder diese mechanisch stützt.

**[0036]** Die Schichten des Pellikels **602** sind durch Klebeschichten miteinander verbunden. Eine erste Klebeschicht **608** verbindet die Membran **602** mit der piezoelektrischen Schicht **604**. Eine zweite Klebeschicht **610** verbindet die piezoelektrische Schicht **604** mit dem Abstandshalter **606**. Eine dritte Klebeschicht **612** verbindet den Abstandshalter mit der optischen Einheit **102**. Das Klebematerial kann aus jedem geeigneten Klebstoff ausgewählt werden, darunter beispielsweise Acryl-, Epoxid-, Cyanacrylat- sowie Abzieh- und Haftklebstoffe.

**[0037]** Die metallisierte piezoelektrische Schicht **604** enthält Elektroden, die mit dem Steuersystem **106** verbunden sind. Eine Spannung an der metallisierten piezoelektrischen Schicht **604** versetzt die Schicht in Schwingung. Die Elektroden können segmentiert und strukturiert werden, um eine Winkelabweichung in einer Treiberspannung zu ermöglichen. Zwischen der metallisierten piezoelektrischen Schicht **604** und dem Steuersystem **106** können dann zusätzliche Kontakte bereitgestellt werden. Das Elektrodenmaterial kann transparent sein oder eine Abmessung aufweisen, die die Funktion der optischen Einheit **102** nicht beeinträchtigt. Bei der Elektrode kann es sich um eine Dünnschicht oder einzelne Leitungen handeln. In beiden Fällen kann das Elektrodenmaterial auch mit einem Klebstoff (sofern verwendet) einen Kontakt herstellen.

**[0038]** Mit Bezug nunmehr auf **Fig. 7** ist ein automatischer Selbstreinigungsprozess für eine optische Einheit **102** dargestellt. In Block **702** wird der Sensor **106** verwendet, um den Zustand der optischen Einheit **102** zu erfassen. Wie vorstehend beschrieben, kann es sich bei diesem Sensor um einen beliebigen Sensortyp handeln, der einen Okklusionsgrad der optischen Einheit **102** entsprechend ermitteln kann. Zu Beispielen gehören die Lichtsensoren **204**, die Gewichtssensoren **302** und die Schwingungssensoren **402**, ohne darauf beschränkt zu sein.

**[0039]** In Block **704** wird dann der gemessene Zustand der optischen Einheit **102** verwendet, um den

aktuellen Zustand mit einem als sauber bekannten Wert zu vergleichen, der beispielsweise werkseitig festgelegt und gespeichert wurde. Ein Unterschied zwischen den Werten legt den Grad der Okklusion fest. In Block **706** wird der Unterschied mit einem Schwellenwert verglichen, um zu ermitteln, ob ein Reinigungsvorgang erforderlich ist. Wenn ein Lichtsensor **204** beispielsweise einen Lichtwert erfasst, bei dem es sich um einen Schwellenwert unter dem als sauber bekannten Lichtwert handelt, ist ein Reinigungsvorgang erforderlich. In einer alternativen Ausführungsform kann in Block **706** abhängig davon, ob der erfasste Wert einen Absolutwert über- oder unterschritten hat, festgestellt werden, dass ein Reinigungsvorgang erforderlich ist.

**[0040]** Wenn ein Reinigungsvorgang erforderlich ist, wird in Block **708** die optische Einheit **102** zu Ultraschallschwingungen angeregt. In einigen Ausführungsformen kann die Ultraschallschwingung mit einem Wandler als Schwingungsquelle **104** angewendet werden. In alternativen Ausführungsformen kann die Ultraschallschwingung mit einem piezoelektrischen Pellikel **502** angewendet werden. Nach dem Durchführen des Reinigungsvorgangs oder wenn kein Reinigungsvorgang für erforderlich gehalten wird, kehrt die Verarbeitung zu Block **702** zurück. Die Verarbeitung kann kontinuierlich, periodisch, in festgelegten Abständen, nach einem vorgegebenen Zeitplan oder durch manuelles Auslösen wiederholt werden.

**[0041]** Nach dem Durchführen eines Reinigungsvorgangs wird in Block **710** ein Protokoll über den Reinigungsvorgang erstellt. Dieser Datensatz kann beispielsweise das Speichern eines Zeitstempels im Speicher zusammen mit Informationen über die Sensordaten beinhalten. Diese Informationen können von Servicetechnikern verwendet werden, um zu ermitteln, ob eine Reparatur oder ein Austausch erforderlich ist. Wenn beispielsweise häufig eine Reinigung durchgeführt wird, kann dies darauf hindeuten, dass sich der Zustand der optischen Einheit **102** dauerhaft verschlechtert hat (z.B. durch Kratzer oder Abrieb) und dass die optische Einheit **102** ausgetauscht werden sollte. Das Protokoll kann auch eine Benachrichtigung an einen Benutzer oder Bediener des Systems beinhalten, die ihn darüber informiert, dass der Reinigungsvorgang durchgeführt wurde.

**[0042]** Bei der vorliegenden Erfindung kann es sich um ein System, ein Verfahren und/oder ein Computerprogrammprodukt auf jedem möglichen technischen Detaillierungsgrad der Integration handeln. Das Computerprogrammprodukt kann (ein) durch einen Computer lesbare(s) Speichermedium (oder -medien) beinhalten, auf dem/denen durch einen Computer lesbare Programmanweisungen gespeichert ist/sind, um einen Prozessor dazu zu veranlas-

sen, Aspekte der vorliegenden Erfindung auszuführen.

**[0043]** Bei dem durch einen Computer lesbaren Speichermedium kann es sich um eine physische Einheit handeln, die Anweisungen zur Verwendung durch eine Einheit zur Ausführung von Anweisungen behalten und speichern kann. Bei dem durch einen Computer lesbaren Speichermedium kann es sich zum Beispiel um eine elektronische Speichereinheit, eine magnetische Speichereinheit, eine optische Speichereinheit, eine elektromagnetische Speichereinheit, eine Halbleiterspeichereinheit oder jede geeignete Kombination daraus handeln, ohne auf diese beschränkt zu sein. Zu einer nicht erschöpfenden Liste spezifischerer Beispiele des durch einen Computer lesbaren Speichermediums gehören die Folgenden: eine tragbare Computerdiskette, eine Festplatte, ein Direktzugriffsspeicher (RAM), ein Nur-Lese-Speicher (ROM), ein löschbarer programmierbarer Nur-Lese-Speicher (EPROM bzw. Flash-Speicher), ein statischer Direktzugriffsspeicher (SRAM), ein tragbarer Kompaktspeicherplatte-Nur-Lese-Speicher (CD-ROM), eine DVD (digital versatile disc), ein Speicherstick, eine Diskette, eine mechanisch codierte Einheit wie zum Beispiel Lochkarten oder gehobene Strukturen in einer Rille, auf denen Anweisungen gespeichert sind, und jede geeignete Kombination daraus. Ein durch einen Computer lesbares Speichermedium soll in der Verwendung hierin nicht als flüchtige Signale an sich aufgefasst werden, wie zum Beispiel Funkwellen oder andere sich frei ausbreitende elektromagnetische Wellen, elektromagnetische Wellen, die sich durch einen Wellenleiter oder ein anderes Übertragungsmedium ausbreiten (z.B. einen Lichtwellenleiter durchlaufende Lichtimpulse) oder durch einen Draht übertragene elektrische Signale.

**[0044]** Hierin beschriebene, durch einen Computer lesbare Programmanweisungen können von einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium auf jeweilige Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheiten oder über ein Netzwerk wie zum Beispiel das Internet, ein lokales Netzwerk, ein Weitverkehrsnetz und/oder ein drahtloses Netzwerk auf einen externen Computer oder eine externe Speichereinheit heruntergeladen werden. Das Netzwerk kann Kupferübertragungskabel, Lichtwellenübertragungsleiter, drahtlose Übertragung, Leitwegrechner, Firewalls, Vermittlungseinheiten, Gateway-Computer und/oder Edge-Server aufweisen. Eine Netzwerkkartenkarte oder Netzwerkschnittstelle in jeder Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheit empfängt durch einen Computer lesbare Programmanweisungen aus dem Netzwerk und leitet die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen zur Speicherung in einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium innerhalb der entsprechenden Datenverarbeitungs-/Verarbeitungseinheit weiter.

**[0045]** Bei durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen zum Ausführen von Arbeitsschritten der vorliegenden Erfindung kann es sich um Assembler-Anweisungen, ISA-Anweisungen (Instruction-Set-Architecture), Maschinenanweisungen, maschinenabhängige Anweisungen, Mikrocode, Firmware-Anweisungen, zustandssetzende Daten oder entweder Quellcode oder Objektcode handeln, die in einer beliebigen Kombination aus einer oder mehreren Programmiersprachen geschrieben werden, darunter objektorientierte Programmiersprachen wie Smalltalk, C++ o.ä. sowie herkömmliche prozedurale Programmiersprachen wie die Programmiersprache „C“ oder ähnliche Programmiersprachen. Die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können vollständig auf dem Computer des Benutzers, teilweise auf dem Computer des Benutzers, als eigenständiges Software-Paket, teilweise auf dem Computer des Benutzers und teilweise auf einem entfernt angeordneten Computer oder vollständig auf dem entfernt angeordneten Computer oder Server ausgeführt werden. In letzterem Fall kann der entfernt angeordnete Computer mit dem Computer des Benutzers durch eine beliebige Art Netzwerk verbunden sein, darunter ein lokales Netzwerk (LAN) oder ein Weitverkehrsnetz (WAN), oder die Verbindung kann mit einem externen Computer hergestellt werden (zum Beispiel über das Internet unter Verwendung eines Internet-Dienstansbieters). In einigen Ausführungsformen können elektronische Schaltungen, darunter zum Beispiel programmierbare Logikschaltungen, vor Ort programmierbare Gatter-Anordnungen (FPGA, field programmable gate arrays) oder programmierbare Logikanordnungen (PLA, programmable logic arrays) die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen ausführen, indem sie Zustandsinformationen der durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen nutzen, um die elektronischen Schaltungen zu personalisieren, um Aspekte der vorliegenden Erfindung durchzuführen.

**[0046]** Aspekte der vorliegenden Erfindung sind hierin unter Bezugnahme auf Ablaufpläne und/oder Blockschaltbilder bzw. Schaubilder von Verfahren, Vorrichtungen (Systemen) und Computerprogrammprodukten gemäß Ausführungsformen der Erfindung beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass jeder Block der Ablaufpläne und/oder der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder sowie Kombinationen von Blöcken in den Ablaufplänen und/oder den Blockschaltbildern bzw. Schaubildern mittels durch einen Computer lesbare Programmanweisungen ausgeführt werden können.

**[0047]** Diese durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können einem Prozessor eines Universalcomputers, eines Spezialcomputers oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung bereitgestellt werden, um eine

Maschine zu erzeugen, sodass die über den Prozessor des Computers bzw. der anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführten Anweisungen ein Mittel zur Umsetzung der in dem Block bzw. den Blöcken der Ablaufpläne und/oder der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder festgelegten Funktionen/Schritte erzeugen. Diese durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können auch auf einem durch einen Computer lesbaren Speichermedium gespeichert sein, das einen Computer, eine programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung und/oder andere Einheiten so steuern kann, dass sie auf eine bestimmte Art funktionieren, sodass das durch einen Computer lesbare Speichermedium, auf dem Anweisungen gespeichert sind, einen Herstellungsartikel aufweist, darunter Anweisungen, welche Aspekte der/des in dem Block bzw. den Blöcken des Ablaufplans und/oder der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder angegebenen Funktion/Schritts umsetzen.

**[0048]** Die durch einen Computer lesbaren Programmanweisungen können auch auf einen Computer, eine andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung oder eine andere Einheit geladen werden, um das Ausführen einer Reihe von Prozessschritten auf dem Computer bzw. der anderen programmierbaren Vorrichtung oder anderen Einheit zu verursachen, um einen auf einem Computer ausgeführten Prozess zu erzeugen, sodass die auf dem Computer, einer anderen programmierbaren Vorrichtung oder einer anderen Einheit ausgeführten Anweisungen die in dem Block bzw. den Blöcken der Ablaufpläne und/oder der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder festgelegten Funktionen/Schritte umsetzen.

**[0049]** Die Ablaufpläne und die Blockschaltbilder bzw. Schaubilder in den Figuren veranschaulichen die Architektur, die Funktionalität und den Betrieb möglicher Ausführungen von Systemen, Verfahren und Computerprogrammprodukten gemäß verschiedenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. In diesem Zusammenhang kann jeder Block in den Ablaufplänen oder Blockschaltbildern bzw. Schaubildern ein Modul, ein Segment oder einen Teil von Anweisungen darstellen, die eine oder mehrere ausführbare Anweisungen zur Ausführung der bestimmten logischen Funktion(en) aufweisen. In einigen alternativen Ausführungen können die in dem Block angegebenen Funktionen in einer anderen Reihenfolge als in den Figuren gezeigt stattfinden. Zwei nacheinander gezeigte Blöcke können zum Beispiel in Wirklichkeit im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Blöcke können manchmal je nach entsprechender Funktionalität in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden. Es ist ferner anzumerken, dass jeder Block der Blockschaltbilder bzw. Schaubilder und/oder der Ablaufpläne sowie Kombinationen aus Blöcken in den Blockschaltbildern bzw. Schaubildern und/oder den Ablaufplänen durch spe-

zielle auf Hardware beruhende Systeme umgesetzt werden können, welche die festgelegten Funktionen oder Schritte durchführen, oder Kombinationen aus Spezial-Hardware und Computeranweisungen ausführen.

**[0050]** Ein Hinweis in der Beschreibung auf „eine Ausführungsform“ der vorliegenden Erfindung sowie anderer Variationen davon bedeutet, dass ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte Struktur oder eine bestimmte Eigenschaft usw., das/die in Verbindung mit der Ausführungsform beschrieben wird, in mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist. Die an verschiedenen Stellen in der Beschreibung vorkommende Wendung „in einer Ausführungsform“ sowie andere Variationen davon muss sich daher nicht unbedingt jeweils auf ein und dieselbe Ausführungsform zu beziehen.

**[0051]** Es sei darauf hingewiesen, dass die Verwendung von „/“, „und/oder“ und „mindestens ... oder“ zum Beispiel in den Fällen von „A/B“, „A und/oder B“ und „mindestens A oder B“ die Auswahl der als erstes aufgeführten Option nur (A) oder die Auswahl der als zweites aufgeführten Option nur (B) oder die Auswahl beider Optionen (A und B) umfassen soll. Als weiteres Beispiel soll die Wendung in den Fällen „A, B und/oder C“ und „mindestens A, B oder C“ die Auswahl der als erstes aufgeführten Option nur (A) oder die Auswahl der als zweites aufgeführten Option nur (B) oder die Auswahl der als drittes aufgeführten Option nur (C) oder die Auswahl der als erstes und zweites aufgeführten Optionen nur (A und B) oder die Auswahl der als erstes und drittes aufgeführten Optionen nur (A und C) oder die Auswahl der als zweites und drittes aufgeführten Optionen nur (B und C) oder die Auswahl aller drei Optionen (A und B und C) umfassen. Für einen Fachmann auf diesem und ähnlichen Gebieten ist ersichtlich, dass dies auf beliebig viele Begriffe ausgedehnt werden kann.

**[0052]** Mit Bezug nunmehr auf Fig. 8 ist ein Blockschaubild des selbstreinigenden Steuersystems 108 dargestellt. Das Steuersystem 108 enthält einen Hardware-Prozessor 802 und einen Speicher 804. Das Steuersystem 108 enthält weiterhin ein oder mehrere Funktionsmodule, die in einigen Ausführungsformen ganz oder teilweise als Software umgesetzt sein können, die im Speicher 804 gespeichert ist und vom Prozessor 802 ausgeführt wird. In anderen Ausführungsformen können die Funktionsmodule als eine oder mehrere zweckbestimmte Hardware-Komponenten umgesetzt sein, beispielweise in Form von anwendungsspezifischen integrierten Chips oder vor Ort programmierbaren Gatter-Anordnungen.

**[0053]** Ein Sensormodul 806 ist mit dem Sensor 106 verbunden. Diese Schnittstelle enthält physische Verbindungen mit dem Sensor 106. In einigen Ausführungsformen kann das Sensormodul 806 den

Sensor 106 selbst enthalten (z.B. einen Fotodetektor, der mit einer geeigneten Sensorschaltung integriert ist), während der Sensor 106 in anderen Ausführungsformen eine separate Komponente sein kann, die mit dem Sensormodul 806 über eine geeignete drahtgebundene oder drahtlose Datenübertragungsverbindung Daten austauscht.

**[0054]** Ein oder mehrere als sauber bekannte Werte 808 werden im Speicher 804 gespeichert und stellen den Zustand der optischen Einheit 102 dar, der zu einem Zeitpunkt und an einem Ort gemessen wurde, an dem die optische Einheit 102 als sauber bekannt war. Die als sauber bekannten Werte 808 können vom Sensormodul 806 in einem speziellen Konfigurationsmodus in einmal beschreibbarer Form bereitgestellt werden. In alternativen Ausführungsformen können die als sauber bekannten Werte 808 zu einem späteren Zeitpunkt aktualisiert werden, um bleibende Veränderungen der optischen Einheit 102 zu berücksichtigen (z.B. die fortschreitende Trübung von Polycarbonat-Materialien bei Einwirkung von ultraviolettem Licht).

**[0055]** Ein Schwingungssteuermodul 810 vergleicht die vom Sensormodul 806 bereitgestellten aktuellen Sensorwerte und vergleicht sie mit den als sauber bekannten Werten 808. Anhand dieses Vergleichs ermittelt das Schwingungssteuermodul 810, ob ein Reinigungsvorgang durchgeführt werden sollte. Ist ein Reinigungsvorgang erforderlich, löst das Schwingungssteuermodul 810 die Ausgabe von Ultraschallschwingungen in der optischen Einheit 102 aus. In einigen Ausführungsformen kann das Schwingungssteuermodul 810 die Schwingungsquelle 104 selbst enthalten. In anderen Ausführungsformen kann es sich bei der Schwingungsquelle 104 um eine getrennte physische Komponente handeln, die mit dem Schwingungssteuermodul 810 über eine geeignete drahtgebundene oder drahtlose Datenverarbeitungsleitung Daten austauscht. Ein Berichtsmodul 812 schreibt ein Protokoll der Reinigungsvorgänge an den Speicher 804 und stellt einem Benutzer oder Bediener optional eine Benachrichtigung über den Reinigungsvorgang bereit.

**[0056]** Mit Bezug nunmehr auf Fig. 9 ist ein beispielhaftes Verarbeitungssystem 900 dargestellt, das das selbstreinigende Steuersystem 108 darstellen kann. Das Verarbeitungssystem 900 enthält mindestens einen Prozessor (CPU) 904, der über einen Systembus 902 funktionsmäßig mit anderen Komponenten verbunden ist. Ein Zwischenspeicher 906, ein Nur-Lese-Speicher (ROM) 908, ein Direktzugriffsspeicher (RAM) 910, ein Eingabe-/Ausgabe(E/A)-Adapter 920, ein Tonadapter 930, ein Netzwerkadapter 940, ein Benutzeroberflächenadapter 950 und ein Anzeigeadapter 960 sind funktionsmäßig mit dem Systembus 902 verbunden.

**[0057]** Eine erste Speichereinheit **922** und eine zweite Speichereinheit **924** sind über den E/A-Adapter **920** funktionsmäßig mit dem Systembus **902** verbunden. Bei den Speichereinheiten **922** und **924** kann es sich um beliebige Plattenspeichereinheiten (z.B. eine magnetische oder optische Plattenspeichereinheit), eine magnetische Halbleitereinheit usw. handeln. Bei den Speichereinheiten **922** und **924** kann es sich um den gleichen Typ von Speichereinheit oder andere Typen von Speichereinheiten handeln.

**[0058]** Ein Lautsprecher **932** ist über den Tonadapter **930** funktionsmäßig mit dem Systembus **902** verbunden. Ein Sendeempfänger **942** ist über den Netzwerkadapter **940** funktionsmäßig mit dem Systembus **902** verbunden. Eine Anzeigeeinheit **962** ist über den Anzeigeadapter **960** funktionsmäßig mit dem Systembus **902** verbunden.

**[0059]** Eine erste Benutzereingabeeinheit **952**, eine zweite Benutzereingabeeinheit **954** und eine dritte Benutzereingabeeinheit **956** sind über den Benutzerschnittstellenadapter **950** funktionsmäßig mit dem Systembus **902** verbunden. Bei den Benutzereingabeeinheiten **952**, **954** und **956** kann es sich um eine Tastatur, eine Maus, ein Tastenfeld, eine Bilderfassungseinheit, eine Bewegungsabtasteinheit, ein Mikrofon oder eine Einheit mit der Funktionalität von mindestens zwei der vorhergehenden Einheiten usw. handeln. Natürlich können auch andere Arten von Eingabeeinheiten verwendet werden, die im Anwendungsbereich der vorliegenden Grundgedanken liegen. Bei den Benutzereingabeeinheiten **952**, **954** und **956** kann es sich um den gleichen Typ von Benutzereingabeeinheiten oder verschiedene Typen von Benutzereingabeeinheiten handeln. Die Benutzereingabeeinheiten **952**, **954** und **956** werden verwendet, um Informationen in das System **900** einzugeben und aus dem System **900** auszugeben.

**[0060]** Das Verarbeitungssystem **900** kann wie für den Fachmann ersichtlich natürlich auch andere Elemente enthalten (nicht dargestellt), und bestimmte Elemente können weggelassen werden. Wie für den Fachmann ersichtlich können beispielsweise je nach der jeweiligen Umsetzung verschiedene andere Eingabe- und/oder Ausgabeeinheiten in das Verarbeitungssystem **900** einbezogen werden. So können beispielsweise verschiedene Arten von drahtlosen und/oder drahtgebundenen Ein- und/oder Ausgabeeinheiten verwendet werden. Wie für den Fachmann ersichtlich können darüber hinaus auch zusätzliche Prozessoren, Steuereinheiten, Speicher usw. in verschiedenen Konfigurationen verwendet werden. Diese und andere Variationen des Verarbeitungssystems **900** sind angesichts der Lehren der vorliegenden Grundsätze, die hierin bereitgestellt werden, für den Fachmann ersichtlich.

**[0061]** Nachdem bevorzugte Ausführungsformen eines selbstreinigenden Ultraschallsystems und Verfahrens beschrieben wurden (wobei die Ausführungsformen veranschaulichend und nicht einschränkend sein sollen), sei darauf hingewiesen, dass auf Grundlage der vorstehenden Lehren Änderungen und Abwandlungen durch Fachleute vorgenommen werden können. Es versteht sich daher, dass Änderungen an den besonderen offenbarten Ausführungsformen vorgenommen werden können, die im Rahmen des Anwendungsbereichs der Erfindung liegen, wie sie in den beigefügten Ansprüchen dargelegt ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen einer optischen Einheit, das aufweist:

Messen eines Zustands der optischen Einheit;  
Ermitteln, ob die optische Einheit auf Grundlage des gemessenen Zustands der optischen Einheit gereinigt werden muss; und  
Reinigen der optischen Einheit mit Ultraschallschwingungen, wenn die optische Einheit gereinigt werden muss.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Messen des Zustands der optischen Einheit aufweist:  
Erzeugen von Licht mit einer Lichtquelle; und  
Messen einer Stärke des erzeugten Lichts, nachdem das Licht mit der optischen Einheit interagiert.

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Messen des Zustands der optischen Einheit ein Wiegen der optischen Einheit beinhaltet.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Messen des Zustands der optischen Einheit aufweist:  
Anregen der optischen Einheit zu Schwingungen bei einer Mehrzahl von unterschiedlichen Frequenzen; und  
Messen einer Schwingungsamplitude der optischen Einheit bei jeder der Mehrzahl von unterschiedlichen Frequenzen.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Ermitteln, ob die optische Einheit gereinigt werden muss, ein Vergleichen des gemessenen Zustands der optischen Einheit mit einem als sauber bekannten Wert aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Ermitteln, ob die optische Einheit gereinigt werden muss, ein Vergleichen eines Unterschieds zwischen dem gemessenen Zustand der optischen Einheit und dem als sauber bekannten Wert mit einem Schwellenwert aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Reinigen der optischen Einheit ein

Erzeugen von Ultraschallschwingungen mit einem Wandler in Kontakt mit der optischen Einheit aufweist.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Reinigen der optischen Einheit ein Erzeugen von Ultraschallschwingungen mit einem piezoelektrischen Element in Kontakt mit einem Pellikel der optischen Einheit aufweist.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei es sich bei der optischen Einheit um eine Linse handelt.

10. Selbstreinigendes optisches System, das aufweist:  
eine optische Einheit;  
einen Sensor, der so konfiguriert ist, dass er einen Zustand der optischen Einheit misst;  
ein Steuersystem, das so konfiguriert ist, dass es ermittelt, ob die optische Einheit auf Grundlage des gemessenen Zustands der optischen Einheit gereinigt werden muss; und  
eine Schwingungsquelle, die so konfiguriert ist, dass sie die optische Einheit mit Ultraschallschwingungen reinigt, wenn die optische Einheit gereinigt werden muss.

11. Selbstreinigendes optisches System nach Anspruch 10, wobei der Sensor aufweist:  
eine Lichtquelle, die so konfiguriert ist, dass sie Licht erzeugt; und  
ein Lichtsensor, der so konfiguriert ist, dass er eine Stärke des erzeugten Lichts misst, nachdem das Licht mit der optischen Einheit interagiert.

12. Selbstreinigendes optisches System nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei der Sensor einen Gewichtssensor aufweist, der so konfiguriert ist, dass er die optische Einheit wiegt.

13. Selbstreinigendes optisches System nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei der Sensor aufweist:  
eine Schwingungsquelle, die so konfiguriert ist, dass sie die optische Einheit bei einer Mehrzahl von unterschiedlichen Frequenzen in Schwingung versetzt; und  
einen Schwingungssensor, der so konfiguriert ist, dass er eine Schwingungsamplitude der optischen Einheit bei jeder der Mehrzahl von unterschiedlichen Frequenzen misst.

14. Selbstreinigendes optisches System nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei das Steuersystem so konfiguriert ist, dass es den gemessenen Zustand der optischen Einheit mit einem als sauber bekannten Wert vergleicht.

15. Selbstreinigendes optisches System nach Anspruch 14, wobei das Steuersystem weiterhin so konfiguriert ist, dass es einen Unterschied zwischen dem gemessenen Zustand der optischen Einheit und dem als sauber bekannten Wert mit einem Schwellenwert vergleicht.

16. Selbstreinigendes optisches System nach einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei die Schwingungsquelle einen Wandler in Kontakt mit der optischen Einheit aufweist.

17. Selbstreinigendes optisches System nach einem der Ansprüche 10 bis 16, wobei die Schwingungsquelle ein piezoelektrisches Element in Kontakt mit dem Pellikel auf der optischen Einheit aufweist.

18. Selbstreinigendes optisches System nach Anspruch 17, wobei das Pellikel durch eine erste Klebeschicht an der optischen Einheit befestigt ist.

19. Selbstreinigendes optisches System nach einem der Ansprüche 10 bis 18, wobei es sich bei der optischen Einheit um eine Linse handelt.

20. Selbstreinigendes optisches System nach Anspruch 19, wobei das System aufweist:  
ein Pellikel, das die Linse bedeckt;  
einen Sensor, der so konfiguriert ist, dass er einen Zustand des Pellikels misst;  
das Steuersystem weist ein Steuersystem auf, das so konfiguriert ist, dass es den gemessenen Zustand des Pellikels mit einem als sauber bekannten Wert vergleicht, um zu ermitteln, ob das Pellikel gereinigt werden muss; und  
die Schwingungsquelle weist eine piezoelektrische Schwingungsquelle auf dem Pellikel auf, die so konfiguriert ist, dass sie das Pellikel mit Ultraschallschwingungen reinigt, wenn das Pellikel gereinigt werden muss.

21. Computerprogrammprodukt zum Reinigen einer optischen Einheit, wobei das Computerprogrammprodukt aufweist:  
ein durch einen Computer lesbares Speichermedium, das von einer Verarbeitungsschaltung lesbar ist und Anweisungen speichert, die von der Verarbeitungsschaltung zum Durchführen eines Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 9 ausgeführt werden.

22. Computerprogramm, das auf einem durch einen Computer lesbaren Medium gespeichert ist und in den internen Speicher eines digitalen Computers ladbar ist, wobei das Computerprogramm Software-Codeteile aufweist, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird, um das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 durchzuführen.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

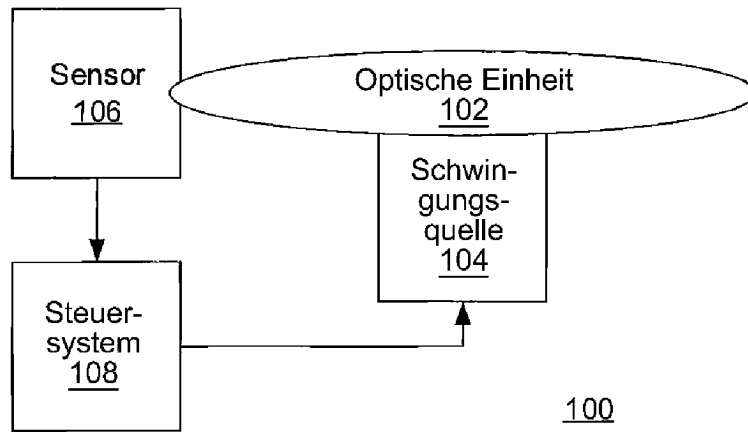


FIG. 1

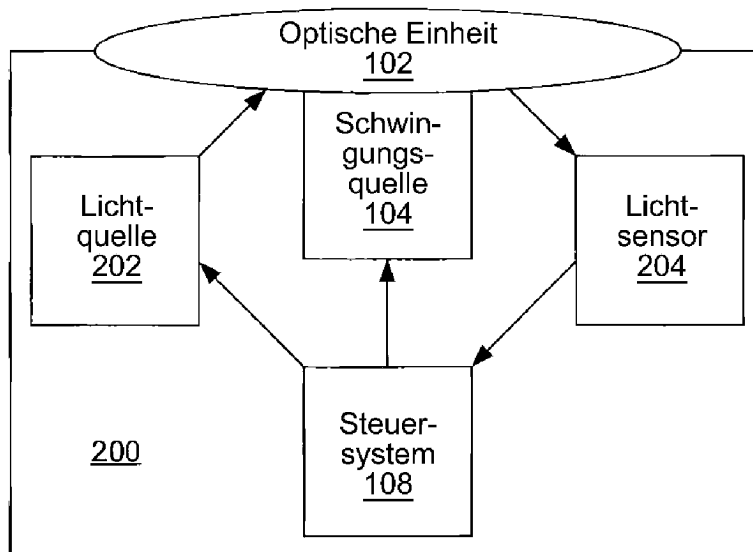


FIG. 2

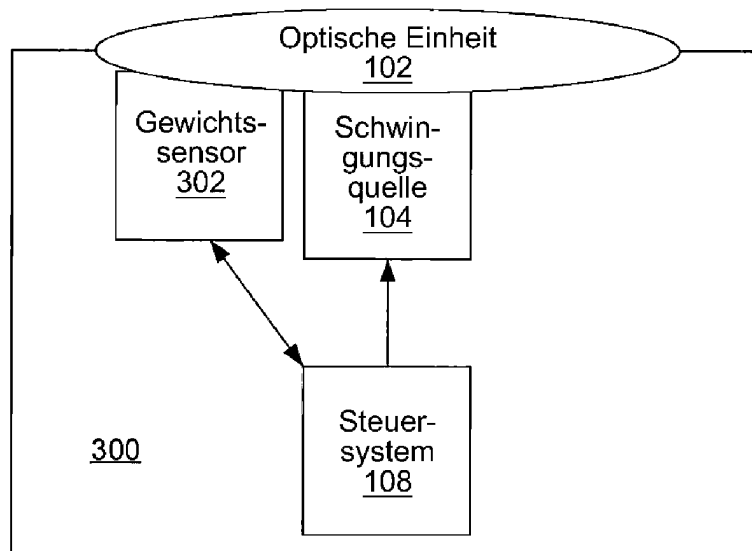


FIG. 3

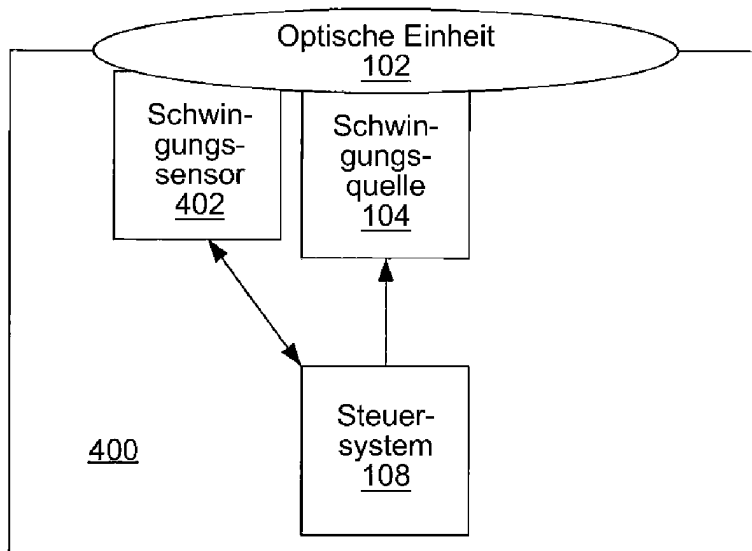


FIG. 4

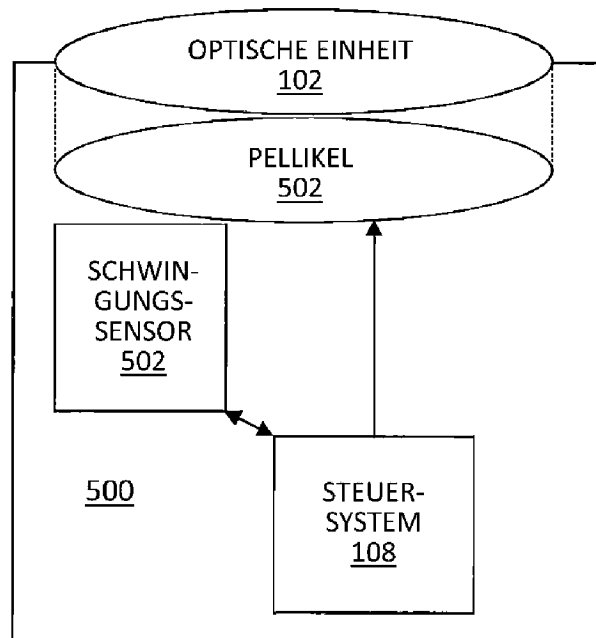


FIG. 5

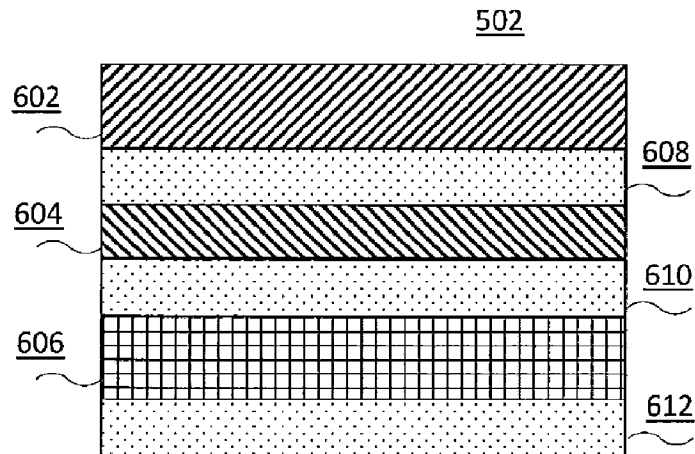


FIG. 6

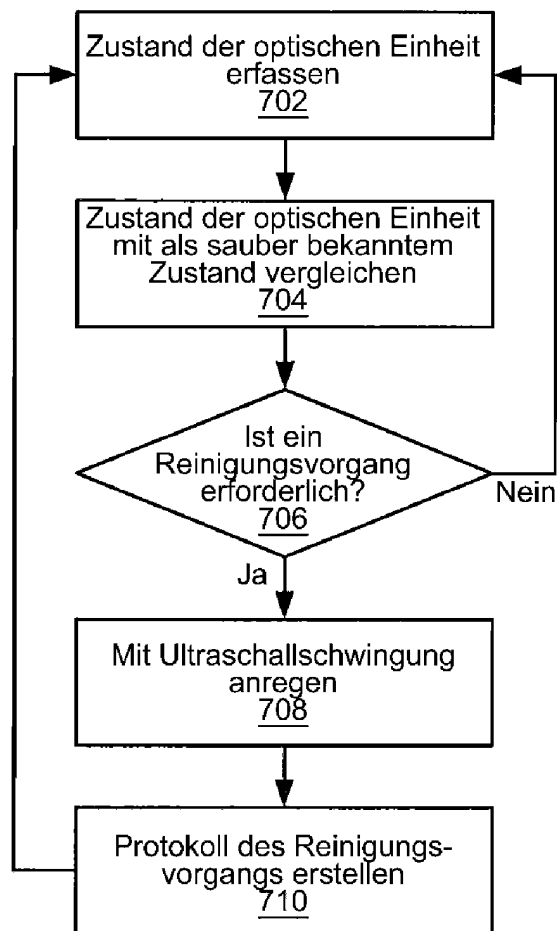


FIG. 7

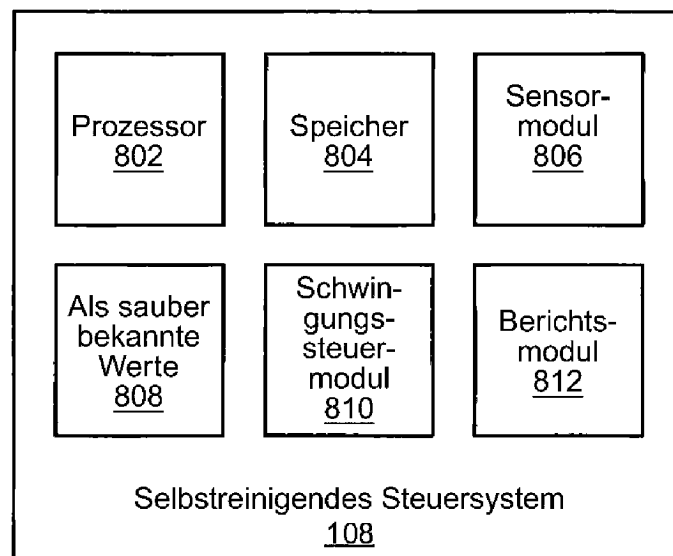


FIG. 8

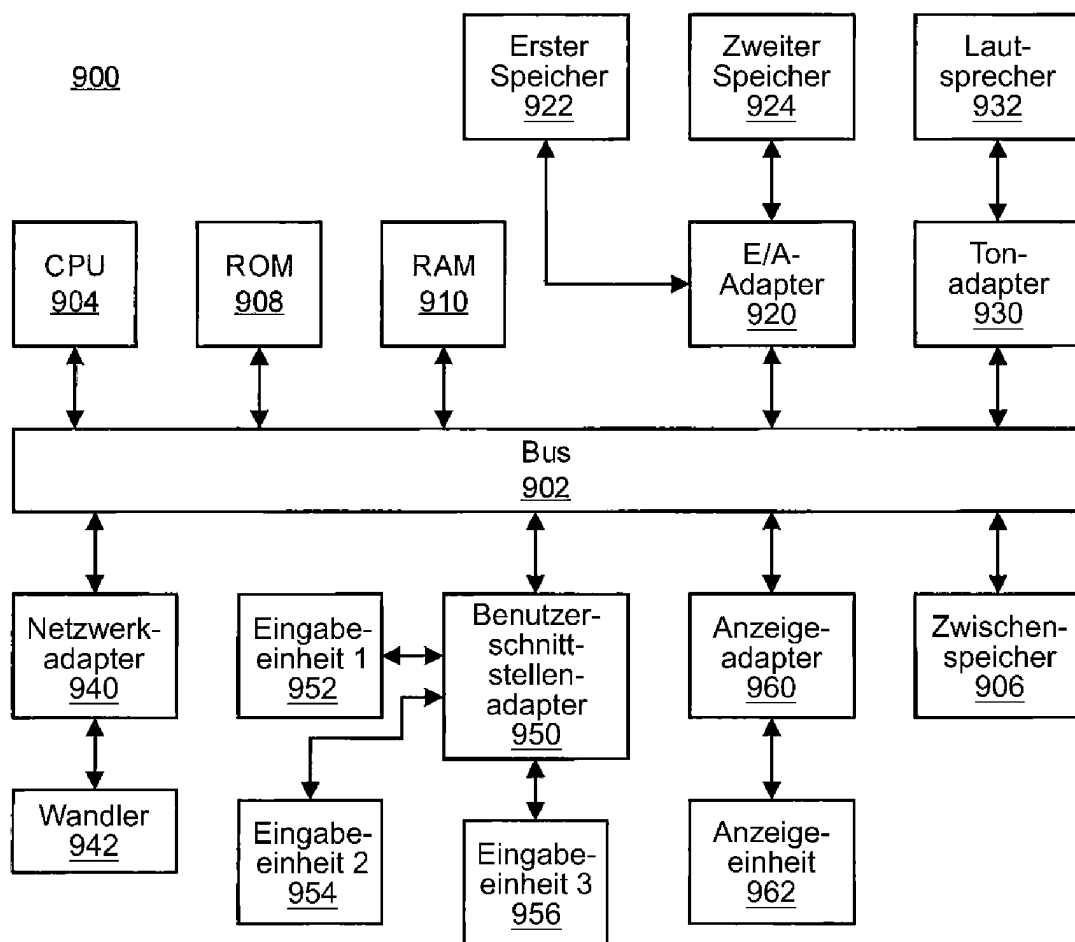


FIG. 9