



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 107 726.2**

(51) Int Cl.: **B25F 5/00 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **31.03.2018**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2019**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.02.2024**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:  
**10 2018 010 592.0**

(72) Erfinder:  
**Nikolov, Nico, 46325 Borken, DE**

(73) Patentinhaber:  
**Natev GmbH, 46325 Borken, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

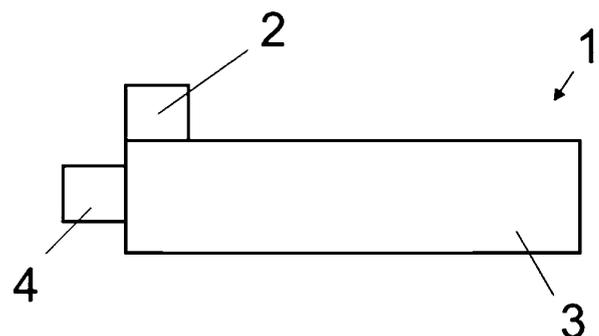
(74) Vertreter:  
**Seyer, Roman, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., 46359  
Heiden, DE**

(54) Bezeichnung: **Werkzeug zur Bearbeitung eines Werkstücks und zur Erfassung von Bearbeitungsstellen**

(57) Hauptanspruch: Werkzeug (1) zur Bearbeitung eines Werkstücks und zur Erfassung von Bearbeitungsstellen, wobei

das Werkzeug (1) eine Lichtlaufzeitkamera (2) mit einem ein Licht aussendenden Sender (5), einem nach dem Lichtlaufzeitverfahren arbeitenden optischen Sensor (6) und einer Steuerelektronik (7), die die Steuerung des Senders (5) und des optischen Sensors (6) vornimmt, aufweist, wobei der Sensor (6) als Pixelarray aufgebaut ist, dadurch gekennzeichnet

dass das Werkzeug (1) eine Freigabeeinrichtung (11) aufweist, die eine Bearbeitung mit dem Werkzeug (1) nur freigibt, wenn die Bearbeitungsstelle erkannt und ein Speichereintrag zur Dokumentation erstellt wurde.



(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	103 40 426	B4
DE	43 36 730	A1
DE	100 37 019	A1
DE	10 2006 005 410	A1
DE	10 2009 007 977	A1
DE	10 2015 215 406	A1
DE	10 2017 203 149	A1
US	6 536 536	B1
US	9 114 493	B2
US	2002 / 0 162 978	A1
US	2012 / 0 006 877	A1
EP	1 275 470	A2
EP	1 908 542	A1
EP	3 162 479	A1
WO	2007/ 042 569	A1

**Norm VDI/VDE 2862 Blatt 1 2012-04-00.**  
**Mindestanforderungen zum Einsatz von**  
**Schraubensystemen und -werkzeugen -**  
**Anwendungen in der Automobilindustrie. Verein**  
**Deutscher Ingenieure, Association of Engineers**  
**(Hrsg.), S. 1-12.**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Werkzeug zur Bearbeitung eines Werkstücks und zur Erfassung von Bearbeitungsstellen, ein Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstücks und zur Erfassung von Bearbeitungsstellen sowie die Verwendung eines Werkzeuges mit einer Lichtlaufzeitkamera.

**[0002]** In der automatisierten Serienfertigung werden die Montagevorgänge von Maschinen automatisch ausgeführt. Diese Montagevorgänge umfassen insbesondere das Festdrehen oder Lösen von Schrauben oder Muttern, oder Nietvorgänge. Die Maschinen können mit Hilfe von konventioneller Sensorik, beispielsweise durch Verwendung von Laserwegmesssystemen, die Arbeitsschritte schnell, präzise und sorgfältig ausführen.

**[0003]** Gattungsgemäße Handwerkzeuge zeigen die Schriften: EP 3 162 479 A1, EP 1 275 470 A2, WO 2007/ 042 569 A1, DE 100 37 019 A1, DE 103 40 426 B4, EP 1 908 542 A1, DE 43 36 730 A1, US 6 536 536 B1, US 9 114 493 B2, US 2002 / 0 162 978 A1, DE 10 2006 005 410 A1, DE 10 2009 007 977 A1, DE 10 2015 215 406 A1. Handwerkzeuge mit einer TOF-Kamera als Sensor zeigen die Schriften US 2012 / 0 006 877 A1 und DE 10 2017 203 149 A1.

**[0004]** Allerdings gibt es Arbeitsvorgänge, die nicht mittels Maschinen bzw. nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand rein maschinell durchgeführt werden können. Derartige Arbeitsvorgänge werden immer noch von Hand durchgeführt. In der Regel werden hierzu handgeführte Werkzeuge, wie beispielsweise handgeführte elektrische Schraubwerkzeuge, eingesetzt. Diese elektrischen Werkzeuge werden entweder kabelgebunden oder kabellos, d.h. Akku-betrieben, verwendet.

**[0005]** Bei diesen händisch mit Hilfe von Werkzeugen durchgeführten Bearbeitungsvorgängen ergeben sich jedoch Probleme im Zusammenhang mit der Prozesssicherheit. Um die Produktsicherheit gewährleisten und belegen zu können, ist es nötig, die Produkte nach dem aktuellen Stand der Technik zu fertigen und den Montageprozess nachvollziehbar und detailliert zu dokumentieren. Nur mit vollumfassend überwachten Bearbeitungsvorgängen und einer eindeutigen Unterscheidung jedes Bearbeitungsvorgangs kann die korrekte Bearbeitung dokumentiert werden. Dies gilt vor allem bei sicherheitsrelevanten Verschraubungen, wie für Schraubfällen der Kategorie A nach VDI/DE 2862, die bei Ausfall, beispielsweise aufgrund unvollständiger oder nicht sachgemäßer Verschraubung, eine Gefahr für Leib, Leben und Umwelt darstellen. Um die einzelnen Bearbeitungsvorgänge möglichst detailliert vonei-

inander zu unterscheiden und zu dokumentieren, wird versucht, die Positionierung der Werkzeuge, insbesondere der handgeführten Werkzeuge, durchgehend möglichst genau zu erfassen.

**[0006]** Zu diesem Zweck werden die Werkzeuge über Manipulatoren mit Messwertaufnahmeeinrichtungen an die Bearbeitungsstellen herangeführt, oder es werden Echtzeit-Ortungssysteme eingesetzt, die die Werkzeuge im Raum lokalisieren können. Die Lokalisierung erfolgt über an den Werkzeugen angebrachte Funksender, mittels im Raum positionierter Kameras, die das Werkzeug und das Werkstück erfassen, oder, bei kabelgebundenen Werkzeugen, mittels einer direkt am Werkzeug angebrachten Kamera, die die Bearbeitungsstellen erfasst.

**[0007]** Die Lokalisierung mit Hilfe von Funksendern bzw. von im Raum angeordneter Kameras benötigt allerdings ein komplexes Netzwerk von Sensoren/Empfängern/Kameras und ist mit hohen Kosten verbunden.

**[0008]** Nachteilig bei den aus dem Stand der Technik bekannten Werkzeugen, die eine Kamera zur Erfassung der Bearbeitungsstelle aufweisen ist, dass die aufgenommenen Bilder häufig unbrauchbar sind. Dies liegt unter anderem daran, dass Umgebungslicht, wechselnde Materialoberflächen und wechselnde Materialfarben sowie perspektivische Verzerrungen die Aufnahmen beeinträchtigen. Zudem können Referenzaufnahmen, die das Werkstück vor einem Hintergrund zeigen, nicht mehr verwendet werden, wenn sich der Hintergrund geändert hat, beispielsweise aufgrund von geänderten Lichtverhältnissen. Die in diesen industrietauglichen Kameras verwendeten Objektive sind schwer und beeinflussen die Handhabbarkeit der Werkzeuge äußerst negativ. Zudem sind für die Auswertung der Aufnahmen leistungsstarke Datenverarbeitungssysteme notwendig, da die Auswertung rechenintensiv ist, sodass derartige Datenverarbeitungssysteme aufgrund des hohen Energiebedarfs nicht an kabellosen, d.h. Akku-betriebenen, Werkzeugen angebracht werden. Für den Fall, dass die Datenverarbeitung extern stattfindet, werden hohe Latenzzeiten verzeichnet oder es sind zusätzliche Daten- und Spannungsleitungen notwendig, die die Handhabbarkeit der Werkzeuge einschränken.

**[0009]** Die Aufgabe der Erfindung ist, ein Werkzeug bereitzustellen, das die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwindet. Die Aufgabe der Erfindung kann somit darin gesehen werden, ein Werkzeug bereitzustellen, das die Bearbeitungsstellen unabhängig vom Umgebungslicht, von der Materialoberfläche und -farbe, von der Perspektive eindeutig erfassen kann, ohne dass die Handhabbarkeit des Werkzeugs erheblich eingeschränkt wird.

**[0010]** Zur Lösung der Aufgabe ist ein Werkzeug zur Bearbeitung eines Werkstücks und zur Erfassung von Bearbeitungsstellen vorgesehen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass das Werkzeug eine Lichtlaufzeitkamera mit einem ein Licht aussendenden Sender, einen nach dem Lichtlaufzeitverfahren arbeitenden optischen Sensor und eine Steuerelektronik, die die Steuerung des Senders und des optischen Sensors vornimmt, aufweist.

**[0011]** Das Ziel der Werkstück-Erfassungssysteme gemäß dem Stand der Technik ist durchweg, das Werkstück möglichst hochauflösend und damit detailliert zu erfassen. Da die in Lichtlaufzeitkameras verwendeten Sensoren allerdings ein sehr viel geringere Pixeldichte aufweisen, mit zum Teil weniger als 200 x 200 Pixeln, war es besonders überraschend, dass ein Werkzeug mit einer Laufzeitkamera zur Werkstück-Erfassung vorteilhaft gegenüber den im Stand der Technik verwendeten Werkzeugen mit konventionellen hochauflösenden Kameras ist.

**[0012]** Die Lichtlaufzeitkamera kann in dem Werkzeug integriert sein oder außen auf das Werkzeug aufgesetzt sein. Die einzelnen Bestandteile der Lichtlaufzeitkamera können an unterschiedlichen Stellen angeordnet sein. So können Bestandteile teilweise in dem Werkzeug integriert und teilweise von außen auf das Werkzeug aufgesetzt sein. Es ist klar, dass dabei der Sender so angeordnet ist, dass das ausgestrahlte Licht auf das Werkstück treffen kann und der Sensor so angeordnet ist, dass er das von dem Werkstück zurückgestrahlte Licht detektieren kann.

**[0013]** Die Lichtlaufzeitkamera ist eine Kamera, die Distanzen durch das Lichtlaufzeitverfahren ermittelt, wozu Licht über einen Sender, d.h. einen Emitter, auf einen Bereich des Werkstücks ausgestrahlt wird und anhand der Zeit, die das Licht vom Sender bis zum Werkstück und zum Sensor benötigt, die Distanz für jeden Bildpunkt berechnet wird. Das Licht wird entweder als Lichtimpuls oder moduliert mit einer sich sinusförmig ändernden Intensität ausgesendet.

**[0014]** Die Lichtlaufzeitkamera umfasst einen Sender, bevorzugt in Form von LEDs oder Laserdioden, der bevorzugt Licht mit Wellenlängen von >700 nm, besonders bevorzugt >750 nm, insbesondere >800 nm aussendet, um auf diese Weise für eine möglichst geringe Störung der Umgebung zu sorgen. Zudem wird auf diese Weise erreicht, dass die Lichtlaufzeitkamera unempfindlicher gegenüber natürlichen Umgebungseinflüssen ist.

**[0015]** Ein weiterer Bestandteil der Lichtlaufzeitkamera ist ein Sensor, d.h. Detektor, der als Pixelarray aufgebaut ist, und für jeden Pixel die Laufzeit misst. Bevorzugt wird als Sensor ein PMD-Sensor (Photo-

mischdetektor) verwendet. Bevorzugt kann der PMD-Sensor Fremdlicht aktiv unterdrücken.

**[0016]** Zudem umfasst die Lichtlaufzeitkamera eine Steuerelektronik, die die Steuerung des Senders und des optischen Sensors vornimmt.

**[0017]** Die Lichtlaufzeitkamera kann des Weiteren eine oder mehrere der Komponenten ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Lichtfilter, Objektiv, Datenspeicher, Schnittstelle und Ausgabeeinheit, wie Bildschirm oder Lautsprecher, umfassen.

**[0018]** Bevorzugt weist das Werkzeug eine Optik auf, die das von der Umgebung reflektierte Licht sammelt und auf den Sensor lenkt.

**[0019]** Bevorzugt weist das Werkzeug einen Griff und einen Werkzeugkopf auf. Der Werkzeugkopf umfasst den Bereich, der mit dem Werkstück zur Bearbeitung bzw. mit dem an dem Werkzeug anzubringendem Element in Kontakt gebracht wird, d.h. die Aufnahmevorrichtung. Im Falle eines Schraubers wäre dies beispielsweise die Schraubwerkzeuge-Aufnahme für z.B. eine Schrauberruss oder einen Bit. Die Lichtlaufzeitkamera, zumindest der Sender und der Sensor, sind bevorzugt im Bereich des Werkzeugkopfes angeordnet. Der Sender und der Sensor der Lichtlaufzeitkamera sind am Werkzeugkopf bevorzugt so angeordnet, dass sie beim Bearbeitungsvorgang auf die Bearbeitungsstelle gerichtet sind.

**[0020]** Die von der Lichtlaufzeitkamera berechnete Distanz zum Werkstück wird bevorzugt als eine Koordinate (X, Y, Z) je Pixel von der Lichtlaufzeitkamera ausgegeben, sodass die ausgegebenen Daten Informationen über eine Art „Punktwolke“ liefern. Da je Pixel nur eine Distanz gespeichert wird, ist die Datenmenge je Aufnahme im Vergleich zu einer konventionellen Foto-Aufnahme nur sehr gering. Dies hat den Vorteil, dass sich die Daten schnell übertragen und weiterverarbeiten lassen und nur wenig Speicherplatz einnehmen. Vorteilhaft ist somit, dass das Werkstück dreidimensional erfasst werden kann, ohne, dass großen Datenmengen je Aufnahme erzeugt werden.

**[0021]** Bevorzugt ist das Werkzeug ein handgeführtes elektrisches Werkzeug, bevorzugt ein handgeführtes EC-Werkzeug, besonders bevorzugt ein handgeführtes EC-Schrauber.

**[0022]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das erfindungsgemäße Werkzeug kabellos betrieben. Unter „kabellos“ wird erfindungsgemäß verstanden, dass keine externe Leistungsquelle die Energieversorgung mittels eines Kabels übernimmt, sondern eine Batterie, ein Akkumulator oder ein Kondensator zur Energieversorgung in dem Werkzeug integriert

ist. Kabellos betriebene Werkzeuge sind flexibel handhabbar, können mitgeführt werden, ohne dass eine zusätzliche Ablagemöglichkeit für das Werkzeug in der Nähe der Bearbeitungsstelle notwendig ist, und verursachen, im Falle eines empfindlichen, z.B. eines lackierten, Werkstücks durch den Wegfall des Kabels weniger Beschädigungen. Bisher war der Betrieb von Werkzeugen mit integrierter Kamera nur kabelgebunden möglich, da für die verwendeten konventionellen Kameras und die Datenverarbeitungseinrichtungen eine so hohe Leistung notwendig ist, dass der Akku-Betrieb nicht ausreichend lange möglich ist. Die Leistungsaufnahme der erfindungsgemäßen Werkzeuge dahingegen ist hinreichend gering, sodass lange Arbeitszeiten möglich sind.

**[0023]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist das Werkzeug eine Datenverarbeitungseinrichtung auf und/oder kann auf eine extern angeordnete Datenverarbeitungseinrichtung zugreifen, die die von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten verarbeitet. Bevorzugt ist die Datenverarbeitungseinrichtung in dem erfindungsgemäßen Werkzeug integriert, sodass das Werkzeug auf keine externe Datenverarbeitungseinrichtung zugreifen muss.

**[0024]** Es ist vorteilhaft, wenn das Werkzeug einen Datenspeicher aufweist und/oder auf einen externen Datenspeicher zugreifen kann, in dem die von Datenverarbeitungseinrichtung und/oder von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten, bevorzugt zusammen mit einer Zeitinformation, gespeichert werden. Die Zeitinformation enthält Informationen über mindestens einen Zeitpunkt, bevorzugt ausgewählt aus dem Ausgabezeitpunkt der von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten, dem Zeitpunkt der Lichtbildkamera-Aufnahme oder dem Speicherzeitpunkt, wobei anzumerken ist, dass sich diese Zeitpunkte in der Regel nur minimal voneinander unterscheiden. Die Zeitinformation enthält somit bevorzugt Informationen zum Datum und zur Uhrzeit, die bevorzugt mindestens auf die Sekunde genau ermittelt wird. Bevorzugt ist der Datenspeicher in dem erfindungsgemäßen Werkzeug integriert, sodass kein externer Datenspeicher notwendig ist. Die Lichtlaufzeitkamera ist bevorzugt so eingestellt, dass fortlaufend und in einem geringen zeitlichen Abstand, bevorzugt in einem zeitlichen Abstand von weniger als 5 Sekunden, besonders bevorzugt von weniger als 1 Sekunde, ganz besonders bevorzugt von weniger als 0,5 Sekunden, vor dem Bearbeitungsvorgang, während des Bearbeitungsvorganges und/oder nach dem Bearbeitungsvorgang mindestens eine Aufnahme gemacht wird, wobei die Daten und/oder die entsprechende Zeitinformation in dem Datenspeicher zur Dokumentation gespeichert werden.

**[0025]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung vergleicht die Datenverarbeitungseinrichtung die von

der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten mit gespeicherten Daten von vorgegebenen Bearbeitungsstellen und weist bei Übereinstimmung den von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten der entsprechenden vorgegebenen Bearbeitungsstelle zu und erstellt einen Speichereintrag. Die vorgegebenen Bearbeitungsstellen sind die Stellen des Werkstücks, an denen das Werkzeug zur Bearbeitung anzusetzen ist. Die Daten dieser vorgegebenen Bearbeitungsstellen wurden vorab erstellt und in dem Datenspeicher, bevorzugt in dem Datenspeicher, der in dem Werkzeug integriert ist, gespeichert, um als Referenz zu dienen. Durch den Vergleich der gespeicherten Daten der Referenzstellen mit den von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten mit den vorgegebenen Bearbeitungsstellen kann festgestellt werden, ob der aufgenommene Bereich des Werkstücks einer der vorgegebenen Bearbeitungsstellen entspricht, was bei einer Übereinstimmung der Fall ist. Die von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten können vor dem Vergleich zunächst von der Datenverarbeitungseinrichtung verarbeitet worden sein und erst in verarbeiteter Form mit den Referenzdaten verglichen werden. Die Referenzdaten entsprechen von der Art bevorzugt den von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten, sodass die Referenzdaten bevorzugt ebenfalls als „Punktwolke“, also als 3D-Aufnahme, vorliegen.

**[0026]** Bevorzugt werden die Daten mit Hilfe einer Logik verglichen, wobei bevorzugt eine Fuzzy-Logik verwendet wird. Unter Übereinstimmung muss somit nicht zwangsläufig eine 100%ige Übereinstimmung verstanden werden, sodass Abweichungen aufgrund von Aufnahmeungenauigkeiten toleriert werden können.

**[0027]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird der Vergleichsprozess, bei dem die Datenverarbeitungseinrichtung die von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen und gegebenenfalls verarbeiteten Daten mit Referenzdaten vergleicht, unter Verwendung von Machine Learning-Verfahren stetig optimiert.

**[0028]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung enthält der Speichereintrag zumindest Informationen über die erkannte, zugewiesene Bearbeitungsstelle, bevorzugt zusammen mit einer Zeitinformation. Die Zeitinformation enthält Informationen über mindestens einen Zeitpunkt, bevorzugt ausgewählt aus dem Ausgabezeitpunkt der von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten, dem Zeitpunkt der Lichtbildkamera-Aufnahme oder dem Speicherzeitpunkt. Die Zeitinformation enthält somit bevorzugt Informationen zum Datum und zur Uhrzeit, die bevorzugt mindestens auf die Sekunde genau ermittelt wird. Auf diese Weise ist eine vollständige Dokumentation der Bearbeitung des Werkstücks gewährleistet. Es ist ebenso vorgesehen, dass Daten der bereits bear-

beiteten Werkstückbereiche als Referenz verwendet werden, mit denen die von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten verglichen werden. Stimmen die von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten einer bereits bearbeiteten Bearbeitungsstelle mit den als Referenz vorgegebenen gespeicherten Daten der entsprechenden bearbeiteten Bearbeitungsstelle überein, kann auf diese Weise dokumentiert werden, dass die Bearbeitung korrekt durchgeführt wurde. Auf diese Weise kann beispielsweise überwacht und/oder dokumentiert werden, ob das richtige Bauteil eingebaut wurde und ob das Bauteil vorgabegemäß in dem Werkstück angeordnet ist. Bevorzugt werden weitere Parameter zur Dokumentation gespeichert, wie beispielsweise Soll- und/oder Ist-Bearbeitungsparameter.

**[0029]** Bevorzugt weist das Werkzeug eine Bearbeitungsparameter-Vorgabeeinrichtung auf, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung die für die erkannte und zugewiesene Bearbeitungsstelle gespeicherten vorgesehenen Bearbeitungsparameter an die Bearbeitungsparameter-Vorgabeeinrichtung ausgibt. Die Bearbeitungsparameter sind bevorzugt Verschraubungsparameter, besonders bevorzugt ein vorgegebenes Drehmoment und/oder ein vorgegebener Drehwinkel, oder Vernietungsparameter, besonders bevorzugt eine vorgegebene Kraft. Diese Bearbeitungsparameter mit dem das Werkstück bearbeitet, z.B. eine Schraube festgezogen, wird, unterscheiden sich in der Regel von Bearbeitungsstelle zu Bearbeitungsstelle. Die Bearbeitungsparameter-Vorgabeeinrichtung gibt automatisch die Parameter für die erkannte Bearbeitungsstelle vor, sodass die Parameter nicht anderweitig an dem Werkzeug eingestellt werden müssen.

**[0030]** Weiter ist es vorteilhaft, wenn das Werkzeug eine Freigabeeinrichtung aufweist, die eine Bearbeitung mit dem Werkzeug nur freigibt, wenn die Bearbeitungsstelle erkannt und/oder ein Speichereintrag zur Dokumentation erstellt wurde. Solange das Werkzeug nicht von der Freigabeeinrichtung freigegeben ist, kann das Werkzeug trotz Betätigung eines Auslösers bzw. trotz Einschaltung nicht betrieben werden.

**[0031]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist das Werkzeug eine Steuerungseinrichtung auf, die das Werkzeug so reguliert, dass der Ist- mit dem Soll-Bearbeitungsparameterwert in Übereinstimmung gebracht wird. Die Steuereinrichtung überwacht somit den Bearbeitungsvorgang, indem der Ist-Parameterwert während des Bearbeitungsvorgangs gemessen wird und mit dem Soll-Parameterwert verglichen wird. Sobald der Ist-Parameterwert den Soll-Parameterwert erreicht, wird der Bearbeitungsvorgang gestoppt.

**[0032]** Zur Lösung der Aufgabe ist des Weiteren ein Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstücks und zur Erfassung von Bearbeitungsstellen vorgesehen, umfassend die Schritte,

- Erfassen eines Werkstücks mit Hilfe eines Werkzeugs mit einer Lichtlaufzeitkamera,
- Verarbeiten der von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten, umfassend den Schritt des Vergleichens der von der Lichtlaufzeitkamera ausgegebenen Daten mit gespeicherten Daten von vorgegebenen Bearbeitungsstellen, wobei bei Übereinstimmung den ausgegebenen Daten die entsprechende vorgegebene Bearbeitungsstelle zugewiesen wird,
- Erstellen eines Speichereintrages, wobei der Speichereintrag zumindest Informationen über die zugewiesene Bearbeitungsstelle, bevorzugt zusammen mit einer Zeitinformation, enthält.

**[0033]** Zur Lösung der Aufgabe ist des Weiteren die Verwendung eines Werkzeuges mit einer Lichtlaufzeitkamera zur Bearbeitung eines Werkstücks, zur Erfassung von Bearbeitungsstellen und zur Dokumentation der Erfassung der Bearbeitungsstellen vorgesehen. Die Dokumentation umfasst bevorzugt die Erstellung von Speichereinträgen, die Informationen über die erfassten Bearbeitungsstellen zusammen mit Zeitinformationen über den Zeitpunkt der Erfassung der Bearbeitungsstellen oder der Erstellung der Speichervorgänge selbst enthalten.

**[0034]** Die Beschreibung des erfindungsgemäßen Werkzeuges und des erfindungsgemäßen Verfahrens, einschließlich der erfindungsgemäßen Verwendung, sind als komplementär zueinander zu verstehen, sodass Verfahrensschritte die im Zusammenhang mit der Vorrichtung erläutert sind, ebenfalls einzeln oder kombiniert als Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zu verstehen sind. Merkmale der Vorrichtung, die im Zusammenhang mit dem Verfahren erläutert sind, sind einzeln oder miteinander kombiniert auch als Merkmale der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu verstehen.

**[0035]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren nochmals erläutert.

**Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Werkzeugs.

**Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Werkzeugs.

**Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Werkzeugs.

**Fig. 4** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Werkzeugs.

**[0036] Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Werkzeugs 1 umfassend eine Lichtlaufzeitkamera 2, die auf dem Werkzeug 1 aufgesetzt ist. Das Werkzeug umfasst ferner einen Griff 3, der die Antriebseinheit und den Akkumulator beinhaltet sowie eine Aufnahmevorrichtung 4.

**[0037] Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Werkzeugs 1 umfassend eine Lichtlaufzeitkamera 2, die in dem Werkzeuggriff 3 integriert angeordnet ist, wobei die Lichtlaufzeitkamera in der Nähe der Aufnahmevorrichtung 4 so angeordnet ist, dass der zu bearbeitende Werkstückbereich (nicht gezeigt) erfasst wird.

**[0038] Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Werkzeugs 1 umfassend einen Griff 3, eine Aufnahmevorrichtung 4 sowie eine Lichtlaufzeitkamera 2, die einen Sender 5, einen Sensor 6 und eine Steuerelektronik 7 aufweist.

**[0039] Fig. 4** zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Werkzeugs 1, umfassend einen Griff 3, eine Aufnahmevorrichtung 4 sowie eine Lichtlaufzeitkamera 2, die einen Sender 5, einen Sensor 6 und eine Steuerelektronik 7 aufweist. Zudem umfasst das Werkzeug eine Datenverarbeitungseinrichtung 8, einen Datenspeicher 9, eine Bearbeitungsparameter-Vorgabeeinrichtung 10 und eine Freigabeeinrichtung 11.

#### Bezugszeichenliste

1	Werkzeug
2	Lichtlaufzeitkamera
3	Griff
4	Aufnahmevorrichtung
5	Sender
6	Sensor
7	Steuerelektronik
8	Datenverarbeitungseinrichtung
9	Datenspeicher
10	Bearbeitungsparameter-Vorgabeeinrichtung
11	Freigabeeinrichtung
12	Steuerungseinrichtung

#### Patentansprüche

1. Werkzeug (1) zur Bearbeitung eines Werkstücks und zur Erfassung von Bearbeitungsstellen, wobei

das Werkzeug (1) eine Lichtlaufzeitkamera (2) mit einem ein Licht aussendenden Sender (5), einem nach dem Lichtlaufzeitverfahren arbeitenden optischen Sensor (6) und einer Steuerelektronik (7), die die Steuerung des Senders (5) und des optischen Sensors (6) vornimmt, aufweist, wobei der Sensor (6) als Pixelarray aufgebaut ist, **dadurch gekennzeichnet**

dass das Werkzeug (1) eine Freigabeeinrichtung (11) aufweist, die eine Bearbeitung mit dem Werkzeug (1) nur freigibt, wenn die Bearbeitungsstelle erkannt und ein Speichereintrag zur Dokumentation erstellt wurde.

2. Werkzeug (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug (1) ein handgeführtes Werkzeug, bevorzugt ein handgeführtes EC-Werkzeug, besonders bevorzugt ein handgeführter EC-Schrauber, ist.

3. Werkzeug (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug (1) kabellos betrieben wird.

4. Werkzeug (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug eine Datenverarbeitungseinrichtung (8) aufweist und/oder auf eine extern angeordnete Datenverarbeitungseinrichtung zugreifen kann, die die von der Lichtlaufzeitkamera (2) ausgegebenen Daten verarbeitet.

5. Werkzeug (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug (1) einen Datenspeicher (9) aufweist und/oder auf einen externen Datenspeicher zugreifen kann, in dem die von Datenverarbeitungseinrichtung (8) und/oder von der Lichtlaufzeitkamera (2) ausgegebenen Daten, bevorzugt zusammen mit einer Zeitinformation, gespeichert werden.

6. Werkzeug (1) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Datenverarbeitungseinrichtung (8) die von der Lichtlaufzeitkamera (2) ausgegebenen Daten mit gespeicherten Daten von vorgegebenen Bearbeitungsstellen vergleicht und bei Übereinstimmung den von der Lichtlaufzeitkamera (2) ausgegebenen Daten der entsprechenden vorgegebenen Bearbeitungsstelle zuweist und einen Speichereintrag erstellt.

7. Werkzeug (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Speichereintrag zumindest Informationen über die erkannte, zugewiesene

Bearbeitungsstelle, bevorzugt zusammen mit einer Zeitinformation, enthält.

8. Werkzeug (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug eine Bearbeitungsparameter-Vorgabeeinrichtung (10) aufweist, wobei die Datenverarbeitungseinrichtung (8) die für die erkannte, zugewiesene Bearbeitungsstelle gespeicherten vorgesehenen Bearbeitungsparameter an die Bearbeitungsparameter-Vorgabeeinrichtung (10) ausgibt.

9. Werkzeug (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeug (1) eine Steuerungseinrichtung (12) aufweist, die das Werkzeug (1) so reguliert, dass der Ist- mit dem Soll-Bearbeitungsparameterwert in Übereinstimmung gebracht wird.

10. Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstücks und zur Erfassung von Bearbeitungsstellen, umfassend die Schritte,

- Erfassen eines Werkstücks mit Hilfe eines Werkzeugs (1) mit einer Lichtlaufzeitkamera (2) mit einem nach dem Lichtlaufzeitverfahren arbeitenden optischen Sensor (6), der als Pixelarray aufgebaut ist,
- Verarbeiten der von der Lichtlaufzeitkamera (2) ausgegebenen Daten, umfassend den Schritt des Vergleichens der von der Lichtlaufzeitkamera (2) ausgegebenen Daten mit gespeicherten Daten von vorgegebenen Bearbeitungsstellen, wobei bei Übereinstimmung den ausgegebenen Daten die entsprechende vorgegebene Bearbeitungsstelle zugewiesen wird,
- Erstellen eines Speichereintrages, wobei der Speichereintrag zumindest Informationen über die erkannte, zugewiesene Bearbeitungsstelle, bevorzugt zusammen mit einer Zeitinformation, enthält.

11. Verwendung eines Werkzeuges (1) mit einer Lichtlaufzeitkamera (2) mit einem nach dem Lichtlaufzeitverfahren arbeitenden optischen Sensor (6), der als Pixelarray aufgebaut ist, zur Bearbeitung eines Werkstücks, zur Erfassung von Bearbeitungsstellen und zur Dokumentation der Erfassung der Bearbeitungsstellen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

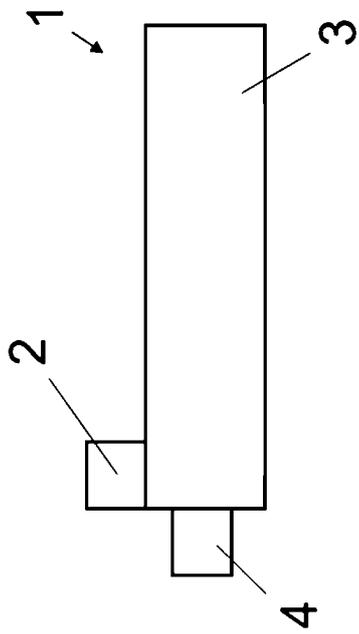


Fig. 1

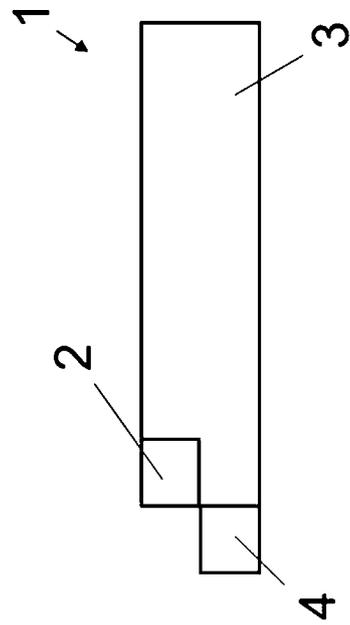


Fig. 2

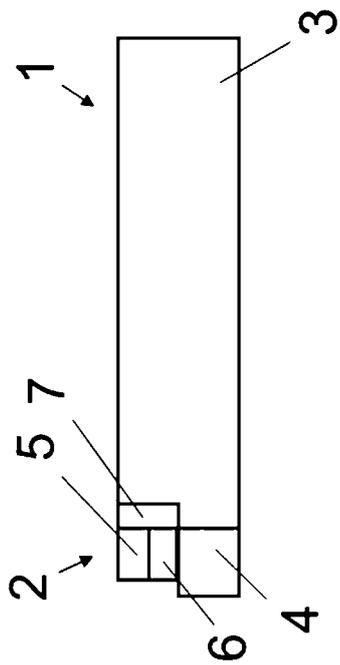


Fig. 3

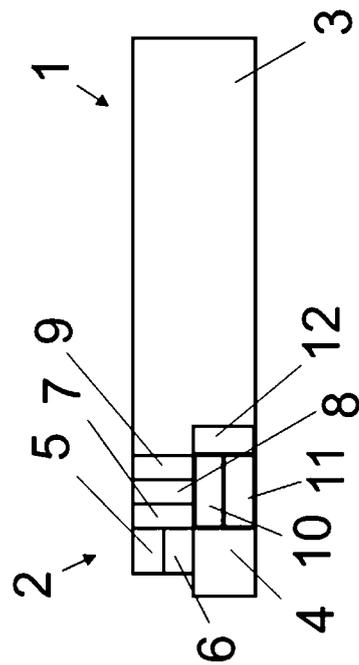


Fig. 4