



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 925 155 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.09.2000 Patentblatt 2000/37

(21) Anmeldenummer: **97932810.1**

(22) Anmeldetag: **11.07.1997**

(51) Int Cl.7: **B25B 23/14**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP97/03696

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/10901 (19.03.1998 Gazette 1998/11)

(54) **DREHMOMENTSCHLÜSSEL**

TORQUE WRENCH

CLE DYNAMOMETRIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **12.09.1996 DE 19637067**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.06.1999 Patentblatt 1999/26

(73) Patentinhaber: **SALTUS-WERK MAX FORST
GMBH
42659 Solingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **SCHÖNBERGER, Heinz
D-42657 Solingen (DE)**

• **HUMME, Frank
D-42651 Solingen (DE)**

(74) Vertreter: **Müller, Enno, Dipl.-Ing. et al
Rieder & Partner
Anwaltskanzlei
Corneliusstrasse 45
42329 Wuppertal (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 133 557 EP-A- 0 490 376
DE-A- 3 128 557 DE-A- 4 243 317
DE-A- 4 343 110 US-A- 4 176 436**

EP 0 925 155 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Drehmomentschlüssel nach den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Bei einem aus der EP 0 133 557 bekannten Drehmomentschlüssel ist ein Mikroprozessor mit Tastatur vorgesehen, über die jeweils gewünschte Daten wie Sollwerte, Grenzwerte, oder dergleichen für den Anziehvorgang als Vorgabe gewählt eingebbar sind. Entsprechend diesen Vorgaben wird der Anziehvorgang z. B. einer Schraube überwacht. Bei Erreichen bestimmter Grenzwerte erfolgt dabei eine automatische Abspeicherung dieser erreichten Werte. Als nachteilig hat sich dort die Geber-Technik für die Meßwerte der Drehwinkel-Meßeinrichtung herausgestellt, welche aus einem Impulsrad und einer Reflexsonde im wesentlichen besteht. Es ist diese Geber-Technik sehr aufwendig und beispielsweise hinsichtlich Verschmutzung sehr anfällig. Darüber hinaus wird durch die Anordnung Impulsrad/Reflexsonde die Geometrie des Schlüssels wesentlich bestimmt.

[0003] Weiter ist ein Drehmomentschlüssel aus der DE 43 43 110 A1 bekannt, bei welchem ein Sensor als Beschleunigungssensor zur Erfassung der Drehwinkelbeschleunigung ausgebildet ist, dessen Meßwerte die Auswertevorrichtung zur Ermittlung des Drehwinkels zweimal zeitlich integriert.

[0004] Ausgehend von dem zuletzt genannten Stand der Technik beschäftigt sich die Erfindung mit der technischen Problematik, den bekannten, vorbezeichneten Drehmomentschlüssel so auszugestalten und weiterzubilden, daß eine vereinfachte Bedienung gegeben ist.

[0005] Diese Problematik ist beim Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Der Beginn der Bestimmung des Auslenkwinkels wird automatisch festgelegt. Die Art der zeitlichen Integration der Meßwerte ist abhängig von der Gesamtgestaltung der Auswertevorrichtung und insbesondere auch von der Ausgabe der Meßwerte des Beschleunigungssensors. So kann die Integration mittels Differenzverstärkers in an sich bekannter Weise erfolgen, wenn die Auswertung der Meßwerte analog erfolgt. Ist ein Mikroprozessor beispielsweise vorgesehen, so kann eine Auswertung auch digital erfolgen und stehen hierfür verschiedene numerische Integrationsverfahren zur Verfügung, mit denen der Mikroprozessor dann programmierbar ist. Geeignete Beschleunigungssensoren sind bekannt und handelsüblich. Bevorzugt verwendet werden solche Beschleunigungssensoren, die in einem definierten Abstand zu der Schwenkachse in dem Drehmomentschlüssel angeordnet sind und denen die Schwenkachse des Drehmomentschlüssels als virtueller Festpunkt dient. Dieser Abstand ist abhängig von dem Typ des verwendeten Beschleunigungssensors und danach auch auszurichten. Im Gegensatz zu Beschleunigungssensoren für die Erfassung von Drehwinkelbeschleunigungen, welche ringförmig um eine Drehachse beispielsweise angeordnet sind, hat die bevor-

zugte Anordnung den Vorteil, daß hier keine Messung zwischen drehachsenfesten und schlüsselfesten Bauteilen erfolgt. Nachstehend ist unter einem Ablenkwinkel der Anteil des Drehwinkels zu verstehen, welcher üblicherweise von definierten Anfangsbedingungen einer Nullwinkellage wie beispielsweise einer räumlichen Lage des Drehmomentschlüssels zu einem Gehäuse zu zählen beginnt und mit der Beendigung des Anziehvorganges bzw. Kontrollvorganges gleichfalls dann endet.

[0006] Hierdurch wird neben der Messung des Drehmoments auch durch den Auslenkwinkel der sichere Anzug beispielsweise einer Schraube festgestellt. Eine solche Nullwinkellage kann dem Drehmomentschlüssel beispielsweise manuell eingegeben werden. Zumeist wird jedoch ein Drehmomentschlüssel der eingangs genannten Art zur Kontrolle des Anzuges von beispielsweise Schrauben für eine Vielzahl gleichartiger Verschraubungen in einer Serienfertigung verwendet. Hierbei ist nach der Erfindung vorgesehen, daß die Auswertevorrichtung mit einem Start-Drehmoment vorprogrammierbar ist und ein Auslenkwinkel ab Erreichen des Start-Drehmoments bestimmt wird. Hierdurch wird zunächst die Erfassung des Drehmoments mit der Erfassung des Drehwinkels zur Bestimmung des Auslenkwinkels verknüpft. Hier mit dem Ergebnis, daß der Beginn der Bestimmung des Auslenkwinkels gleichsam automatisiert ist. Erfindungsgemäß erfaßt der Beschleunigungssensor eine Drehwinkelbeschleunigung, die in Anzugsrichtung beispielsweise einer Schraube sowohl positiv als auch negativ sein kann, wobei dennoch die Schraube mit einem positiven Drehmoment angezogen wird. Wird jedoch bei der Verwendung einer Ratsche oder Knarre das Drehmoment oder die Winkelgeschwindigkeit negativ, nämlich bei dem Zurückführen des Drehmomentschlüssels entgegen der Festziehrichtung, so darf dieser von dem Drehmomentschlüssel überstrichene Winkelbereich nicht berücksichtigt werden, da er zum Festziehen der Schraube nicht beiträgt. Von daher ist es zweckmäßig, daß Meßwerte des Beschleunigungssensors nur in einer vorgebbaren Drehrichtung ausgewertet werden. In weiterer Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Auswertevorrichtung mit jeweils einem unteren und einem oberen Grenzwert für das Drehmoment und einem Auslenkwinkel vorprogrammierbar ist und daß die Auswertevorrichtung zwischen den jeweiligen Grenzwerten liegende Ist-Werte anzeigt. Hierdurch erfolgt eine doppelte Kontrolle des Anziehvorganges hinsichtlich des Erreichens eines vorgegebenen Bereichs sowohl des Drehmoments als auch des Auslenkwinkels. Hierbei kann weiter vorgesehen sein, daß die Auswertevorrichtung das Überschreiten bereits des unteren Grenzwertes des Drehmoments und/oder des Auslenkwinkels anzeigt. Hierdurch wird dem Benutzer angezeigt, daß der Vorgang des Anziehens beispielsweise einer Schraube sich dem Ende nähert und er nunmehr auch die oberen Grenzwerte dahingehend zu überwachen hat, daß diese nicht überschritten werden. Das Überschreiten des oberen Grenzwertes des

Drehmoments und/oder des Auslenkwinkels wird durch die Auswertevorrichtung gleichfalls angezeigt, wodurch signalisiert wird, daß dieser Anziehvorgang nicht ordnungsgemäß abgeschlossen wurde. Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, eine solche Anzeige vom Erreichen bzw. Überschreiten von Grenzwerten mittels wenigstens einer Leuchtdiode durchzuführen. Hierbei bietet sich eine Vielzahl von Anzeigemöglichkeiten an, beispielsweise kann durch ein Farbwechsel oder ein Blinken das Überschreiten der Grenzwerte des Drehmoments bzw. des Auslenkwinkels signalisiert werden. Erreichte Endwerte werden in üblicher Art auf einem LCD-Display gemeinsam angezeigt oder kann eine Umschaltung des Meßmodus auch erfolgen und eine umschaltbare, alternative Anzeige des End-Drehmoments bzw. des EndAuslenkwinkels erfolgen. Diese Endwerte können von dem Mikroprozessor abgespeichert, an einem Computer über eine entsprechende Schnittstelle übertragen oder unmittelbar an einen Drucker ausgegeben werden.

[0007] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert, in der sie lediglich beispielhaft und prinzipiell dargestellt ist. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Darstellung des erfindungsgemäßen Drehmomentschlüssels und seiner wesentlichen Komponenten,

Fig. 2 ein Flußdiagramm, anhand dessen die erste Phase eines Anziehvorgangs nach Einschalten des Drehmomentschlüssels erläutert wird,

Fig. 3 ein Flußdiagramm für die Bestimmung des Auslenkwinkels und

Fig. 4 über dem Drehmoment aufgetragen den Drehwinkel bzw. Auslenkwinkel.

[0008] Fig. 1 zeigt die wesentlichen Komponenten eines Drehmomentschlüssels 1 nach der Erfindung. Zum Anziehen einer Schraube, einer Mutter oder dergleichen um eine Drehachse 2 weist er ein Einsteckwerkzeug 3 auf, was an dem Drehmomentschlüssel 1 über eine übliche Steckaufnahme gehalten ist.

[0009] Gehalten an einem Handgriff 4 wird der Drehmomentschlüssel 1 um die Drehachse 2 über einen Winkelbereich α geführt. Mit Bezug auf das Anziehen beispielsweise einer Schraube wird hier ein im Uhrzeigersinn zählender Drehwinkel α und ein in dieser Richtung aufgebrachtes Drehmoment positiv gezählt. Es versteht sich, daß die Zählrichtung beispielsweise für Schrauben mit Linksgewinde umkehrbar ist. Entsprechend zählt auch die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\alpha}$ und die Winkelbeschleunigung $\ddot{\alpha}$ im Uhrzeigersinn positiv.

[0010] Der Drehmomentschlüssel 1 weist eine elektronische Auswertevorrichtung 5 für die Auswertung von von Sensoren gelieferten Meßwerten zur Erfassung bzw. Berechnung des Drehmoments M und des Dreh-

winkels α auf. Ein Tastenfeld 6 dient der Programmierung beispielsweise eines Mikroprozessors der Auswertevorrichtung und insbesondere der Eingabe von Grenzwerten bezüglich des Dreh oder Auslenkwinkels β bzw. des Drehmoments M. Das Erreichen bzw. Überschreiten solcher Grenzwerte wird durch eine LED-Zeile 7 angezeigt. Endwerte des Drehmoments M bzw. des Dreh- oder Auslenkwinkels α, β werden auf einem LCD-Display 8 wiedergegeben.

[0011] Messung und Auswertung des Drehmoments M erfolgt nach bekannten Verfahren.

[0012] Für die Erfassung des Drehwinkels α und Bestimmung des Auslenkwinkels β ist bei dem Drehmomentschlüssel 1 nach der Erfindung ein Beschleunigungssensor 9 zur Erfassung der Drehwinkelbeschleunigung $\ddot{\alpha}$ vorgesehen, welcher innerhalb des Drehmomentschlüssels 1 in einem definierten Abstand s von der Drehachse 2 entfernt angeordnet ist. Die Schwenkachse 2 dient dem Beschleunigungssensor 9 als virtueller Festpunkt, um welchen er dann auch verschwenkt wird. Dieser Abstand s ist im wesentlichen bestimmt durch die Bauform des verwendeten Beschleunigungssensors 9, welcher handelsüblich ist.

[0013] Über eine Steckverbindung 10 kann der Drehmomentschlüssel 1 über eine übliche Schnittstelle beispielsweise mit einem Computer 11 und/oder einem Drucker 12 zur Protokollierung der Messungen angeschlossen sein.

[0014] Anhand der Flußdiagramme gemäß den Fig. 2 und 3 wird nachfolgend die Auswertung der Meßwerte durch die Auswertevorrichtung 5 näher erläutert. Nach dem Schritt 15 des Einschaltens wird im Schritt 16 durch die Auswertevorrichtung 5 ein Selbsttest und ein Nullabgleich automatisch durchgeführt. Daran anschließend ist gegebenenfalls eine Kalibrierung des Drehmomentschlüssels 1 vorzusehen. Neben der bekannten Kalibrierung der Momenten-Meßvorrichtung ist hier eine gesonderte Kalibrierung für die Drehwinkelmessung vorzunehmen. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß der Drehmomentschlüssel 1 angesetzt wird und der Speicher für den Drehwinkel manuell auf den Wert Null gesetzt wird. Anschließend wird der Drehmomentschlüssel 1 um seine Drehachse 2 über einen definierten Winkelbereich geschwenkt, welcher dann auch von der Auswerteeinrichtung anzuzeigen ist.

[0015] Nach dem Schritt 16, welcher gegebenenfalls auch übersprungen werden kann, erfolgt im Schritt 17 das Setzen der Parameter für den Meßvorgang. Unabhängig von der Reihenfolge sind dies zunächst das Start-Drehmoment M_s . Es kann das Start-Drehmoment M_s selbstverständlich auch gleich Null gesetzt werden, womit dann Drehwinkel α und Auslenkwinkel β zusammenfallen. Üblicherweise wird hier jedoch ein Start-Drehmoment M_s größer Null gewählt, welches durch den Anwendungsfall vorgegeben wird. Weiter sind ein unterer und ein oberer Grenzwert für das Drehmoment als Min- und Maximalwerte $M_{\min}$, $M_{\max}$ zu setzen, welche den Drehmomentbereich definieren, in welchem bei

Anzug einer Schraube oder dergleichen der erreichte Endwert des Drehmoments als in Ordnung zu befinden ist.

[0016] In gleicher Weise sind Min- und Maximalwerte $\beta_{\min}$, $\beta_{\max}$ vorzugeben, in welchem Winkelbereich der Auslenkwinkel, zu zählen beginnend mit Erreichen des Start-Drehmomentes M_s , zu Ende der Messung zu liegen hat.

[0017] Zu dieser Sollwert-Vorgabe gehört gleichfalls die Wahl der Messung selbst. Durch beispielsweise Abschalten der einen oder anderen Meßvorrichtung kann ein Messen des Drehmoments M oder die Messung der Winkelbeschleunigung $\ddot{\alpha}$ auch erfolgen.

[0018] Nach dem Setzen der Parameter im Schritt 17 wird dann nach Ansetzen des Drehmomentschlüssels beispielsweise manuell oder durch einen der Sensoren gesteuert mit der Messung des Drehmoments M und der Winkelbeschleunigung $\ddot{\alpha}$ begonnen. Diese Messungen gemäß der Schritte 18, 19 erfolgen kontinuierlich über den gesamten Anziehvorgang beispielsweise einer Schraube. Im Schritt 20 wird das Meßergebnis des Drehmoments dahingehend überprüft, ob dieses größer oder gleich dem Start-Drehmoment M_s ist. Solange das festgestellte Drehmoment kleiner als dieser Wert ist, wird die Drehmomentenmessung ganz normal fortgeführt.

[0019] Auch das Ergebnis der Beschleunigungsmessung $\ddot{\alpha}$ wird im Schritt 21 regelmäßig überprüft, nämlich dahingehend, ob die Drehrichtung mit der Anzugsrichtung beispielsweise einer Mutter übereinstimmt. Nach den hier getroffenen Vorgaben muß dann die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\alpha}$ größer Null sein. Dieses Abfragekriterium ist hier alternativ zu sehen, da beispielsweise das Auftreten eines negativen Drehmoments gleichfalls anzeigen würde, daß die Drehrichtung umgekehrt wurde, beispielsweise bei der Benutzung einer Ratsche oder Knarre. Liegt eine solche Rückbewegung des Drehmomentschlüssels 1 vor, wird der gemessene Beschleunigungswert $\ddot{\alpha}$ nicht weiter bearbeitet und insbesondere nicht dem Drehwinkel α in Anzugsrichtung hinzugezählt. Die Beschleunigungsmessung $\ddot{\alpha}$ wird jedoch ganz normal fortgesetzt.

[0020] Wird in Schritt 21 festgestellt, daß eine Schwenkbewegung des Drehmomentschlüssels 1 in Anzugsrichtung vorliegt, d. h. hier, daß die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\alpha}$ größer als Null ist, erfolgt die zweifache Integration der Winkelbeschleunigung $\ddot{\alpha}$ über die Zeit. Hierzu stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Bei einer analogen Integration beispielsweise über Differenzverstärker erfolgt eine kontinuierliche Auswertung der Meßwerte. Eine alternative Möglichkeit bietet die Programmierung beispielsweise eines in der Auswerteschaltung 5 vorhandenen Mikroprozessors, der dann einzelne Meßwerte als Stützwerte für eine numerische Integration benutzt. Auch hierbei sind verschiedene Verfahren wieder denkbar. So kann der Mikroprozessor sämtliche Meßwerte als Stützwerte beispielsweise speichern und hieraus den Drehwinkel α zu

der aktuellen, letzten Messung berechnen. Alternative Verfahren lassen es zu, daß eine Integration lediglich über den letzten Zeitabschnitt Δt erfolgt, nämlich von einem vorangegangenen Zeitabschnitt $t - \Delta t$ bis zum Zeitpunkt t , wobei t der aktuelle Zeitpunkt und Δt die Zeitspanne zur vorletzten Messung bedeutet. Das Ergebnis $\Delta\alpha$ dieser Integration wird dem vorangegangenen Integrationsergebnis hinzuaddiert. Auf ein solches numerisches Integrationsverfahren wird hier bei der nachfolgenden Beschreibung der Meßwertauswertung zurückgegriffen.

[0021] Wird im Schritt 20 das Überschreiten des Start-Drehmoments M_s festgestellt, beginnt die Bestimmung des Auslenkwinkels β , vergl. auch Fig. 4. Auch hier bieten sich alternative Verfahren an. So kann, wie hier bevorzugt, der aktuelle numerische Wert von α , d.h. der bis zu diesem Zeitpunkt überstrichene Drehwinkel, im Schritt 23 auf Null gesetzt werden. Da die Beschleunigungsmessung kontinuierlich fortgeführt wird, kann auf abgespeicherte Zwischenwerte beispielsweise weiter zurückgegriffen und aus der Beschleunigungsmessung weiterhin durch Integration der Auslenkwinkel β bestimmt werden. Alternativ wäre es möglich, den bei Überschreiten des Start-Drehmoments M_s vorliegenden Wert von α abzuspeichern und von dem Endwert der Drehwinkelmessung dann abzuziehen, um den Auslenkwinkel β zu bestimmen.

[0022] Es wird an dieser Stelle gleichfalls deutlich, daß die Beschleunigungsmessung mit der Drehmomentmessung bei der beschriebenen Ausführungsform beginnen muß. Würde die Beschleunigungsmessung $\ddot{\alpha}$ erst mit Überschreiten des Start-Drehmoments M_s beginnen, so müßten dann die Anfangsbedingungen für die Integration durch Messung der Winkelgeschwindigkeit $\dot{\alpha}$ noch zusätzlich bestimmt werden. Dies ist zwar grundsätzlich möglich, jedoch würde das für den Drehmomentschlüssel 1 einen weiteren Sensor bzw. eine weitere Messung oder Berechnung bedeuten.

[0023] Ziel des mittels eines Drehmomentschlüssels 1 nach der Erfindung vorgenommenen Anzuges einer Schraube oder dergleichen ist es, daß das Drehmoment zwischen vorgegebenen Grenzwerten $M_{\min}$, $M_{\max}$ bzw. der Auslenkwinkel zwischen Grenzwerten $\beta_{\min}$, $\beta_{\max}$ letztlich nach Anzug der Schraube zu liegen kommen. Dies wird im weiteren anhand des Ablaufplanes nach Fig. 3 erläutert. Nach Überschreiten des Start-Drehmomentes M_s wird sowohl die Drehmomentenmessung 18 wie auch die Beschleunigungsmessung 19 unverändert weiter durchgeführt. Die Auswertung der Beschleunigungsmessung $\ddot{\alpha}$ erfolgt gleichfalls weiterhin gemäß der Schritte 21, 22, wobei im aktuellen Speicher jedoch nicht mehr eine Aufsummierung des Drehwinkels α , sondern nach Schritt 23 eine Aufsummierung des Auslenkwinkels β nunmehr erfolgt, wie vorstehend erläutert.

[0024] In einem Schritt 30 erfolgt dann eine Abfrage, ob die aktuellen Werte des Drehmoments M bzw. des Auslenkwinkels β in den vorgegebenen Grenzbereichen gemäß Fig. 4 liegen. Ist dies, wie zunächst durch

zu kleine Werte für das Drehmoment M und den Auslenkwinkel β nicht gegeben, erfolgt im Schritt 31 die Abfrage, ob die oberen Grenzwerte $M_{\max}$, $\beta_{\max}$ von den aktuellen Werten überschritten wurden. Liegen die aktuellen Werte M , β noch unterhalb des vorgegebenen Endbereiches, so ist dies naturgemäß nicht der Fall und die Drehmomentenmessung M und Beschleunigungsmessung $\ddot{x}$ werden unverändert weiter ausgeführt. Der Schritt 31 ist alternativ zu einem späteren Zeitpunkt erst vorhersehbar, nämlich dann, wenn die unteren Grenzwerte $M_{\min}$, $\beta_{\min}$ überschritten wurden. Dieser Schritt 31 würde sich dann in dem "Ja" Zweig dem Schritt 30 anschließen. Hierdurch könnte gegebenenfalls Rechenkapazität auch eingespart werden.

[0025] Wird im Schritt 30 festgestellt, daß ein aktueller Meßwert M , β in dem angegebenen Intervall der unteren und oberen Grenzwerte liegt, so wird im Schritt 32 eine Signalauslösung beispielsweise der LED-Zeile 7 dahingehend vorgenommen, daß ein Meßergebnis in dem gewünschten Bereich liegt. Je nach der Verknüpfung der Abfragen im Schritt 30 kann eine solche Signalauslösung für jeden Schritt einzeln vorgenommen oder kann eine solche Signalauslösung auch nur dann erfolgen, wenn beide Kriterien erfüllt sind. Diese letzte Signalauslösung zeigt dem Benutzer an, daß der Anziehvorgang erfolgreich beendet ist. Bei einer getrennten Anzeige wird dem Benutzer signalisiert, daß er am Ende des Anzugvorganges mit erhöhter Aufmerksamkeit auch das Erreichen des anderen Kriteriums zu beachten hat. Nach wie vor wird dann aber auch die Drehmomentenmessung M sowie die Beschleunigungsmessung $\ddot{x}$ weiterhin vorgenommen.

[0026] Wird durch die Signalauslösung das korrekte Ende des Anzugvorganges signalisiert, wird der Benutzer in der Regel den Drehmomentschlüssel 1 entlasten. Demnach wird das Drehmoment M , die Winkelbeschleunigung $\ddot{x}$ und die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\alpha}$ den Wert Null annehmen. Wird solches durch die Auswertevorrichtung 5 im Schritt 33 festgestellt, sorgt sie für eine Anzeige der Endwerte beispielsweise auf dem LCD-Display 8. Diese Endwerte können gleichfalls von der Auswertevorrichtung 5 abgespeichert werden, beispielsweise bis zu 1.000 Stück. Alternativ können diese Endwerte auch sogleich oder nach Abspeicherung, wie eingangs erläutert, an einen Computer 11 oder Drucker 12 übertragen werden. Wird im Schritt 33 jedoch von der Auswertevorrichtung 5 festgestellt, daß nach wie vor ein Drehmoment M und/oder eine Winkelgeschwindigkeit $\dot{\alpha}$ in Anzugsrichtung vorliegt, so wird nach wie vor auch die Drehmomentenmessung M sowie die Beschleunigungsmessung $\ddot{x}$ vorgenommen. Es kann insbesondere in einem solchen Fall, wo der Benutzer unaufmerksam beispielsweise eine Schraube weiter anzieht, im Schritt 30 festgestellt werden, daß die aktuellen Werte M , β nicht mehr in dem vorgegebenen Intervall liegen, sondern gemäß Schritt 31 die vorgegebenen oberen Grenzen $M_{\max}$ und/oder $\beta_{\max}$ überschritten worden sind. In diesem Fall kommt es zu einer Signalauslösung

"fehlerhaft" im Schritt 35. Insbesondere bei einer fehlerhaften Überschreitung der maximalen Grenzwerte hat es sich auch als zweckmäßig erwiesen, eine akustische Anzeige zu verwenden, beispielsweise einen Summer.

[0027] Entsprechend dem Schritt 33 wird in einem Schritt 36 festgestellt, ob der Anzugvorgang beendet ist und es kommt dann entsprechend zu einer Endwertanzeige 37 "fehlerhaft" oder wird der Meßvorgang nach wie vor fortgesetzt.

Patentansprüche

1. Drehmomentschlüssel mit einer elektronischen Auswertevorrichtung für Meßwerte von Sensoren zur Erfassung des Drehmoments und eines Drehwinkels, wobei ein Sensor als Beschleunigungssensor (9) zur Erfassung der Drehwinkelbeschleunigung ($\ddot{x}$) ausgebildet ist, dessen Meßwerte die Auswertevorrichtung (5) zur Ermittlung des Drehwinkels (α) zweimal zeitlich integriert, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertevorrichtung (5) mit einem Start-Drehmoment (M_s) vorprogrammierbar ist und einen Auslenkwinkel (β) ab Erreichen des Startdrehmoments (M_s) bestimmt.
2. Drehmomentschlüssel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Beschleunigungssensor (9) in einem definierten Abstand (s) zu der Drehachse (2) in dem Drehmomentschlüssel (1) angeordnet ist und die Drehachse (2) dem Beschleunigungssensor (9) als virtueller Festpunkt dient.
3. Drehmomentschlüssel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Meßwerte des Beschleunigungssensors (9) nur in einer vorgebbaren Drehrichtung oder Zählrichtung der Winkelgeschwindigkeit ($\dot{\alpha}$) ausgewertet werden.
4. Drehmomentschlüssel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertevorrichtung (5) mit jeweils einem unteren und einem oberen Grenzwert für das Drehmoment ($M_{\min}$, $M_{\max}$) und einem Auslenkwinkel ($\beta_{\min}$, $\beta_{\max}$) vorprogrammierbar ist und daß die Auswertevorrichtung zwischen den Grenzwerten liegende Ist-Werte (M , β) anzeigt.
5. Drehmomentschlüssel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertevorrichtung (5) das Überschreiten des unteren Grenzwertes des Drehmoments ($M_{\min}$) und/oder der Auslenkwinkels ($\beta_{\min}$) anzeigt.
6. Drehmomentschlüssel nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertevorrichtung (5) das Überschreiten des oberen Grenzwertes des Drehmoments ($M_{\max}$) und/oder Auslenk-

winkels ($\beta_{\max}$) anzeigt.

7. Drehmomentschlüssel nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzeige mittels wenigstens einer Leuchtdiode (7) erfolgt.
8. Drehmomentschlüssel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung der Meßwerte analog erfolgt.
9. Drehmomentschlüssel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertung der Meßwerte digital erfolgt.

Claims

1. Torque wrench with an electronic evaluation device for measured values of sensors for detecting the torque and an angle of rotation, wherein a sensor is designed as an acceleration sensor (9) for detecting the acceleration of the angle of rotation ($\ddot{\alpha}$), whose measured values are twice integrated in time by the evaluation device (5) for determining the angle of rotation (α), characterised in that the evaluation device (5) is preprogrammable with a starting torque (M_s) and defines an angle of deflection (β) from the moment of reaching the starting torque (M_s).
2. Torque wrench according to claim 1, characterised in that the acceleration sensor (9) is arranged at a precise distance (s) from the axis of rotation (2) in the torque wrench (1) and the axis of rotation (2) serves as a virtual fixed point for the acceleration sensor (9).
3. Torque wrench according to claim 1 or 2, characterised in that measured values of the acceleration sensor (9) are evaluated in only one presettable direction of rotation or direction of counting of the angular velocity ($\dot{\alpha}$).
4. Torque wrench according to any of the preceding claims, characterised in that the evaluation device (5) is preprogrammable with lower and upper limit values for the torque ($M_{\min}$, $M_{\max}$) and an angle of deflection ($\beta_{\min}$ / $\beta_{\max}$) and in that the evaluation device indicates actual values (M , β) located between the limit values.
5. Torque wrench according to any of the preceding claims, characterised in that the evaluation device (5) indicates that the lower limit value of torque ($M_{\min}$) and/or angle of deflection ($\beta_{\min}$) has been exceeded.
6. Torque wrench according to claim 4 or 5, character-

ised in that the evaluation device (5) indicates that the upper limit value of torque ($M_{\max}$) and/or angle of deflection ($\beta_{\max}$) has been exceeded.

7. Torque wrench according to any of claims 4 to 6, characterised in that indication is effected by means of at least one light-emitting diode (7).
8. Torque wrench according to any of the preceding claims, characterised in that evaluation of the measured values is effected in analogue form.
9. Torque wrench according to any of the preceding claims, characterised in that evaluation of the measured values is effected in digital form.

Revendications

1. Clé dynamométrique munie d'un dispositif électronique d'évaluation pour les valeurs mesurées par des capteurs pour capter le couple de rotation et l'angle de rotation, dans lequel un capteur est réalisé sous la forme d'un capteur d'accélération (9) pour capter l'accélération angulaire ($d^2\alpha/dt^2$), dont les valeurs mesurées sont intégrées temporellement deux fois par le dispositif d'évaluation (5) pour déterminer l'angle de rotation (α), caractérisée en ce que le dispositif d'évaluation (5) est susceptible d'être pré-programmé avec un couple de démarrage (M_s) et détermine un angle de déviation (β) à partir du moment où le couple de démarrage (M_s) a été atteint.
2. Clé dynamométrique selon la revendication 1, caractérisée en ce que le capteur d'accélération (9) est disposé dans la clé dynamométrique (1) à une distance définie (s) par rapport à l'axe de rotation (2) et en ce que l'axe de rotation (2) sert de point fixe virtuel pour le capteur d'accélération (9).
3. Clé dynamométrique selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les valeurs mesurées du capteur d'accélération (9) sont évaluées seulement dans un sens de rotation ou de comptage, susceptible d'être choisi préalablement, de la vitesse angulaire ($d\alpha/dt$).
4. Clé dynamométrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dispositif d'évaluation (5) est susceptible d'être pré-programmé avec chaque fois une valeur de seuil supérieure et inférieure pour le couple de rotation ($M_{\min}$, $M_{\max}$) et un angle de déviation ($\beta_{\min}$, $\beta_{\max}$) et en ce que le dispositif d'évaluation indique une valeur instantanée (M , β) se trouvant entre les valeurs de seuil.

5. Clé dynamométrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le dispositif d'évaluation (5) indique le dépassement de la valeur de seuil inférieure du couple de rotation ($M_{\min}$) et/ou de l'angle de déviation ($\beta_{\min}$). 5
6. Clé dynamométrique selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce que le dispositif d'évaluation (5) indique le dépassement de la valeur de seuil supérieure du couple de rotation ($M_{\max}$) et/ou de l'angle de déviation ($\beta_{\max}$). 10
7. Clé dynamométrique selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisée en ce que l'indication est réalisée à l'aide d'au moins une diode lumineuse (7). 15
8. Clé dynamométrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'évaluation des valeurs mesurées est réalisée de manière analogique. 20
9. Clé dynamométrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'évaluation des valeurs mesurées est réalisée de manière numérique. 25

30

35

40

45

50

55

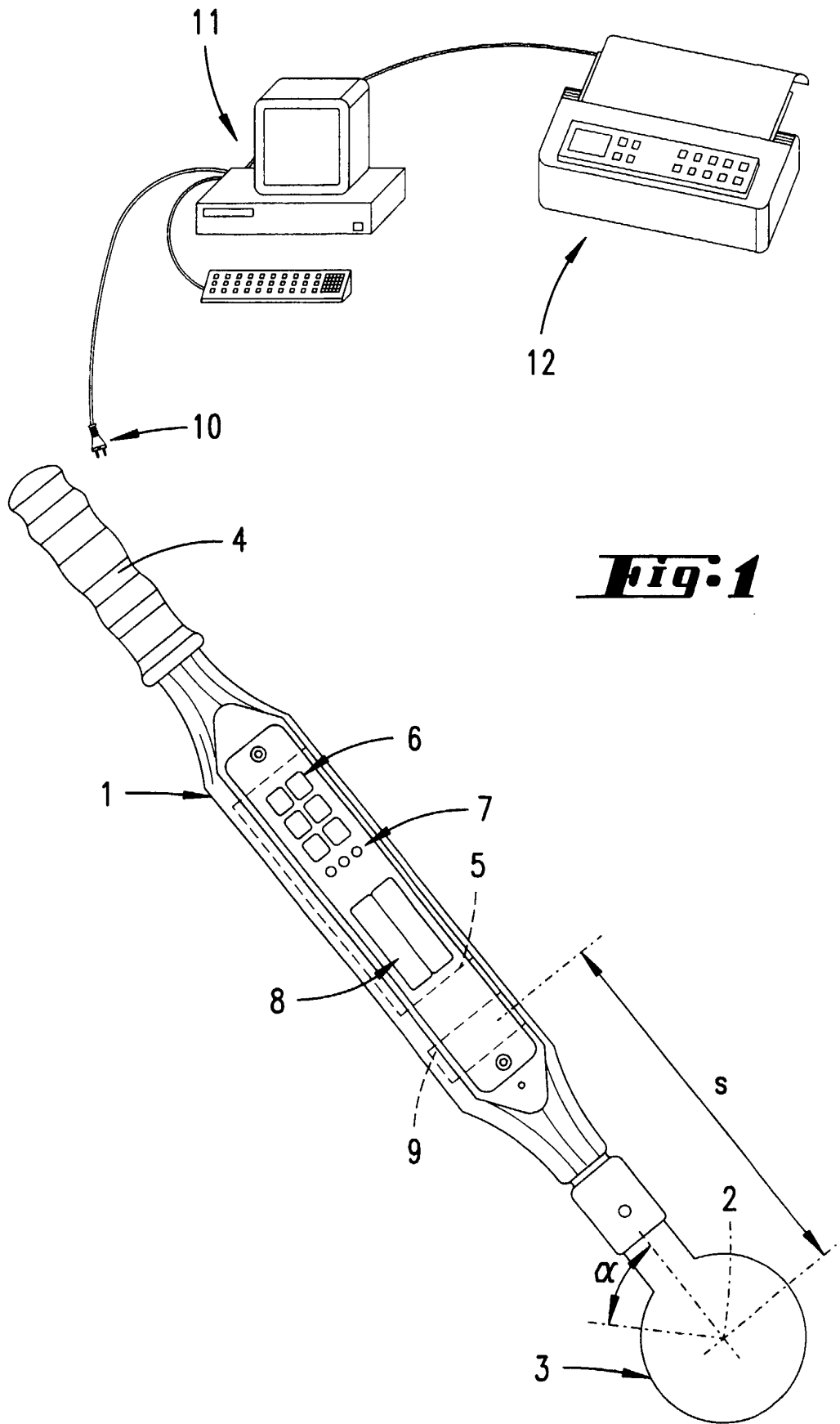


Fig. 1

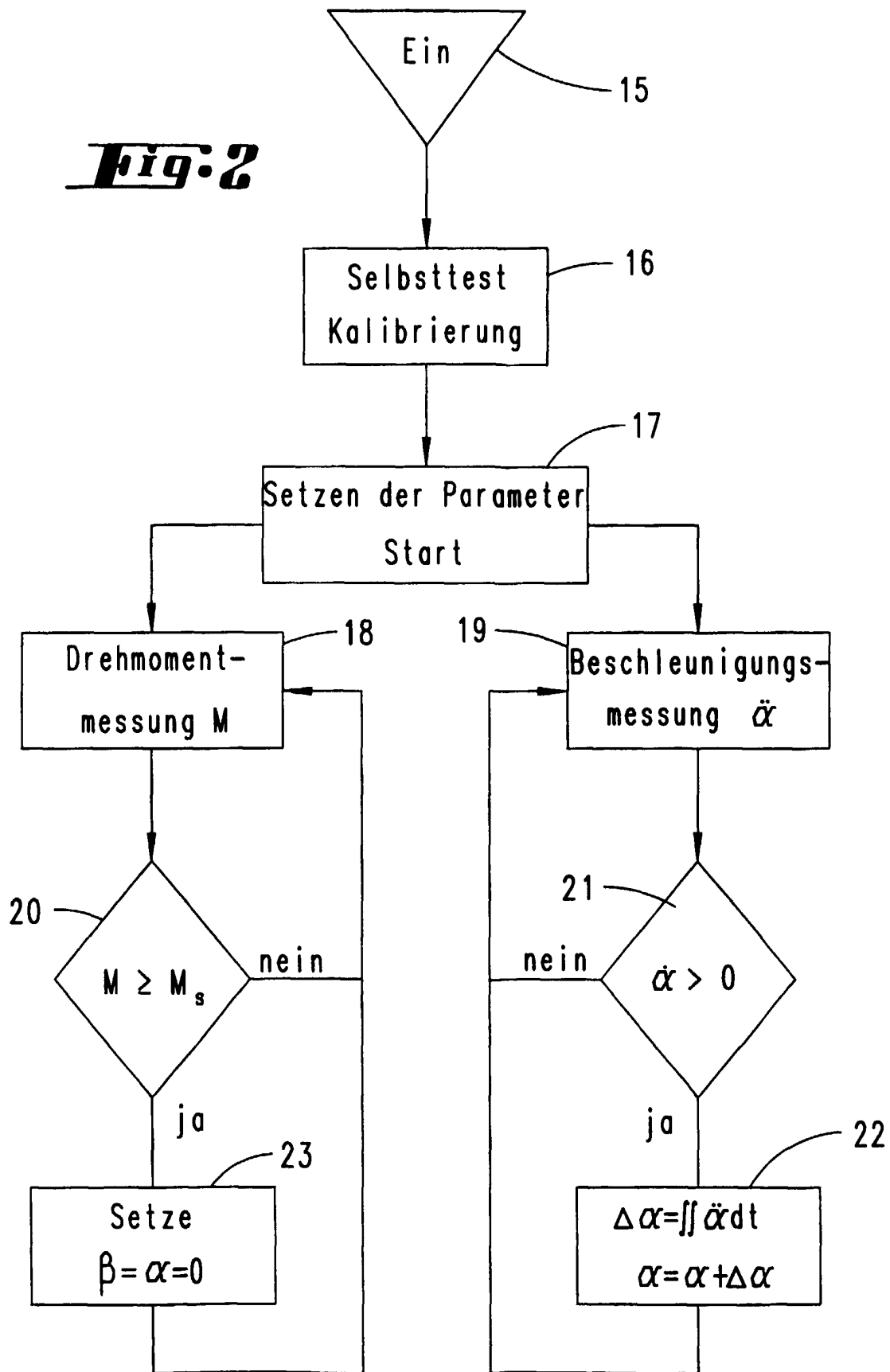
Fig. 2

Fig. 3