



(11) **EP 1 008 422 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: **14.02.2007 Patentblatt 2007/07** (51) Int Cl.: **B25F 5/00^(2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **99811119.9**

(22) Anmeldetag: **06.12.1999**

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Vermeidung von Unfällen bei handgeführten Werkzeugmaschinen durch Werkzeugblockieren**

Method and device for handheld machine tools to prevent accidents caused by tool blockage

Procédé et dispositif pour machines portatives pour éviter des accidents causés par un blocage d'outil

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE GB LI NL SE

(30) Priorität: **10.12.1998 DE 19857061**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.06.2000 Patentblatt 2000/24

(73) Patentinhaber: **HILTI Aktiengesellschaft
9494 Schaan (LI)**

(72) Erfinder:
• **Schaer, Roland
9472 Grabs (CH)**

- **Mayr, Martin
85304 Ilmünster (DE)**
- **Hellmann, Peter
86836 Obermeitingen (DE)**

(74) Vertreter: **Wildi, Roland
Hilti Aktiengesellschaft,
Feldkircherstrasse 100,
Postfach 333
9494 Schaan (LI)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 771 619 DE-A- 4 344 817
DE-A- 19 641 618 US-A- 5 401 124

EP 1 008 422 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 ein Verfahren sowie eine auf der Anwendung des Verfahrens beruhende Einrichtung zur Vermeidung von Unfällen durch Werkzeugblockieren beim Arbeiten mit handgeführten Werkzeugmaschinen mit rotierendem Werkzeug, insbesondere bei Bohrhämmern, die mit einer Unterbrechereinrichtung zum Unterbrechen der Wirkung des Antriebsmotors auf das Werkzeug in Abhängigkeit von dem durch eine Bewegungsmeßeinrichtung gelieferten Drehbewegungsgröße erfaßten Betriebszustand ausgerüstet ist.

[0002] Rotationsunfälle, also insbesondere Verletzungen im Bereich des Handgelenks oder Arms oder der Sturz von Leitern, Gerüsten usw., bedingt durch das plötzliche Blockieren des Werkzeugs und das damit verbundene schnelle Ansteigen des Reaktionsmoments bei handgeführten Werkzeugmaschinen, insbesondere solchen größerer Leistung, wie Bohrhämmern, sind ein lange erkanntes und viel diskutiertes Problem. Aus der Vielzahl der bekannten Lösungsansätze für dieses Problem sei nur beispielhaft auf die Druckschriften EP 150 669 A2 sowie auf WO 88/06508 A3 hingewiesen. Durch die Verwendung eines innerhalb des oder am Gehäuse der Werkzeugmaschine angeordneten Verdrehensors, insbesondere eines Beschleunigungssensors, der die Beschleunigung einer äußeren Schwenkbewegung der handgeführten Werkzeugmaschine erfaßt, wird - gegebenenfalls in Abhängigkeit von verschiedenen Vorgabe-Kriterien, z.B. eines Beschleunigungs-Schwellenwerts - eine Schaltkupplung auslöst, die den Antriebsstrang zwischen dem Antriebsmotor und dem eigentlichen Werkzeugaggregat, insbesondere der Bohrspindel, unterbricht. Schwierigkeiten bei den beiden bekannten, im Ansatz ähnlichen Lösungen, ergeben sich daraus, daß es auch bei einer gewünschten Betriebsnutzung der Maschine, etwa beim Arbeiten mit einem Bohrhämmer in einer Betonmasse inhomogener Zusammensetzung zu Fehlauflösungen der Sicherheitskupplung kommt. Dies hängt mit dem grundsätzlichen Lösungsansatz einer unmittelbaren Signalauswertung ohne Folgeabschätzung zusammen, d.h., einer Signalauswertung mit notwendigerweise vergleichsweise niedriger Sicherheitsschwelle ohne individuelle Bewertung des jeweiligen Störfalls.

[0003] Eine wesentliche Verbesserung wurde mit einem vorausschauenden Bewertungsverfahren für die von einem Beschleunigungssensor gelieferten Signale erreicht, wie es in der Patentschrift DE 43 44 817 C2 beschrieben ist. Diesem verbesserten Verfahren liegt der Gedanke zugrunde, unter Vorgabe einer Zeitkonstante aus der vom Beschleunigungssensor gelieferten Drehbewegungsgröße einen aufgrund des Reaktionsmoments beim Blockieren oder teilweisem Blockieren des Werkzeugs zu erwartenden Verdrehwinkel der Werkzeugmaschine vorausschauend zu berechnen und die Sicherheitskupplung dann zu aktivieren, wenn der berechnete zu erwartende Verdrehwinkel einen vorgebbaren maximal zulässigen Verdrehwinkel überschreiten würde. Dabei wird das zukünftige Verhalten der Maschine unmittelbar nach Auftreten eines Störfalls bewertet und eine Gegenmaßnahme ausgelöst, wenn die Werkzeugmaschine mit einem Drehimpuls beaufschlagt worden ist, durch den sich ein Unfall nicht mehr vermeiden läßt.

[0004] Ein gattungsgemäße Vorrichtung ist aus US 5 401 124 A bekannt.

[0005] Dem für die Praxis solcher handgeführten Werkzeugmaschinen vielversprechenden Lösungsansatz gemäß der genannten DE-Druckschrift haften jedoch noch zwei wesentliche, bei Versuchsreihen festgestellte, Probleme an:

- (1) die Rotationsachse des Werkzeugs liegt häufig im entscheidenden Augenblick des Blockierens nicht zwangsläufig in der Werkzeugachse; und
- (2) die Erdbeschleunigung beeinflußt das Meßsignal des Beschleunigungsmessers, und zwar abhängig von der momentanen Lage des Werkzeugs.

[0006] Der Erfindung liegt damit die Aufgabe zugrunde, handgeführte Werkzeugmaschinen der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß ein beim Blockieren des Werkzeugs durch den Reaktionsimpuls oder das Reaktionsmoment über den Bewegungssensor ausgelöstes Meßsignal auch dann eine eindeutige Aussage über einen gefährlichen Blockierfall liefert, wenn die Rotationsachse des Werkzeugs im Störfall verzogen ist, wobei gleichzeitig die Einflußgröße Erdbeschleunigung auf das Meßsignal ausgeschaltet werden soll.

[0007] Die Erfindung ist bei einem Verfahren zur Vermeidung von Unfällen durch Werkzeugblockieren beim Arbeiten mit handgeführten Werkzeugmaschinen mit rotierendem Werkzeug, insbesondere bei Bohrhämmern, die mit einer Unterbrechereinrichtung zum Unterbrechen der Wirkung des Antriebsmotors auf das Werkzeug in Abhängigkeit von dem durch eine Bewegungsmeßeinrichtung gelieferten Drehbewegungsgröße erfaßten Betriebszustand ausgerüstet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung der Werkzeugmaschine an mindestens zwei räumlich voneinander und gegen die Drehachse im Normalbetrieb des Werkzeugs beabstandeten Stellen der Werkzeugmaschine gemessen wird, und daß die erhaltenen Meßwerte vor einer weiteren Verarbeitung und Bewertung voneinander subtrahiert werden.

[0008] Eine Einrichtung zur Vermeidung von Rotationsunfällen aufgrund von Werkzeugblockieren bei einer handgeführten Werkzeugmaschine mit rotierendem Werkzeug gemäß der oben erläuterten Gattung ist dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Beschleunigungssensoren, vorzugsweise - insbesondere aus Kostengründen - Linear-Beschleunigungssensoren als Verdrehensensoren innerhalb des Gehäuses der Werkzeugmaschine an räumlich voneinander und gegenüber der Werkzeugachse vorzugsweise unterschiedlich beabstandeten Stellen montiert sind und daß die elektronische Auswerteeinheit eine Subtraktionsstufe enthält, in der die von den Beschleunigungssensoren jeweils gelie-

fertigen Signale vor der Errechnung eines zur Auslösung der Unterbrechereinrichtung bestimmten Signals voneinander subtrahiert werden.

[0009] Vorteilhafte Ergänzungen und Ausführungsarten für das erfindungsgemäße Verfahren und die darauf basierende Einrichtung sind Inhalt von jeweils abhängigen Patentansprüchen.

[0010] Vorzugsweise und insbesondere stellt das erfindungsgemäße Verfahren und die darauf beruhende Sicherheitseinrichtung eine Verbesserung der in der genannten DE-Druckschrift beschriebenen Lösung dar, wobei die von den mehreren Beschleunigungssensoren jeweils gelieferten Signale vor der Errechnung des zu erwartenden und vorgebbaren Verdrehwinkels der Werkzeugmaschine voneinander subtrahiert werden.

[0011] Hinsichtlich der Berechnung des zu erwartenden Verdrehwinkels, der Reduzierung oder Beseitigung nieder- bzw. hochfrequenter Störungen sowie der geeigneten mathematischen Prinzipien und Algorithmen für die zuverlässige vorausschauende Berechnung des zu erwartenden kritischen Verdrehwinkels wird wiederum auf DE 43 44 817 C2 verwiesen werden.

[0012] Die Erfindung und vorteilhafte Einzelheiten werden nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnung in einer beispielsweise Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A bzw. 1B die schematische Darstellung eines Bohrhammers in Seiten- bzw. Rückansicht als Beispiel für eine handgeführte Werkzeugmaschine, die mit zwei Beschleunigungssensoren ausgerüstet ist;

Fig. 2 die schematische Teilschnittdarstellung des Bohrhammers nach Fig. 1; und

Fig. 3 die Prinzipdarstellung eines Drehbewegungsmodells für eine Handwerkzeugmaschine gemäß Fig. 1, die im dargestellten Beispiel mit zwei Linear-Beschleunigungssensoren ausgerüstet ist.

[0013] Die Fig. 1A/B und die Fig. 2 zeigen in einer Prinzipdarstellung die wesentlichen im Zusammenhang mit der Erfindung interessierenden Bauteile einer handgeführten Werkzeugmaschine M, deren Betriebszustand mittels zweier Beschleunigungssensoren 1a bzw. 1b überwacht wird. In Fig. 1B ist durch Hinweispfeile angedeutet, welche Beschleunigung 10 bzw. Auslenkkraft in welcher Auslenkrichtung 11 auf die Werkzeugmaschine im Falle des Blockierens des Werkzeugs 8 wirken. Über eine Eingangsschnittstelle 2 zur Signalformung, A/D-Wandlung, usw., gelangen die Signale der Beschleunigungssensoren 1a, 1b zu einer elektronischen Auswerteeinheit 3, die ein Mikroprozessor, ein in diskreter Schaltungstechnik ausgeführter Mikrorechner, ein Signalprozessor oder ähnliches sein kann. In dieser Auswerteeinheit 3 werden die digitalisierten Signale der Beschleunigungssensoren 1a, 1b zunächst voneinander subtrahiert, wie weiter unten näher erläutert und begründet. Anschließend wird das so erhaltene Ergebnis über einen modell- oder regelbasierten Algorithmus ausgewertet, welcher den Betriebszustand der Handwerkzeugmaschine M bei Ansprechen der Beschleunigungssensoren 1a, 1b voraussagt. Die Erfindung läßt sich jedoch auch für solche Anwendungsfälle vorteilhaft einsetzen, bei denen keine vorausschauende Berechnung des zu erwartenden Verdrehwinkels der Handwerkzeugmaschine M erfolgt, also bei solchen Sicherheitseinrichtungen, die das aufgrund von Werkzeugblockieren erzeugte Beschleunigungssignal unmittelbar bewerten und bei Überschreiten eines bestimmten Pegels, gegebenenfalls nach Störsignalfilterung, sowie ein- und/oder zweimaliger Integration, direkt zur Auslösung der Antriebs-Unterbrechereinrichtung nutzen.

[0014] Wird eine Beschleunigung durch Werkzeugblockieren detektiert, die von der Auswerteeinheit 3 als "gefährlich" eingestuft wird, so wird über eine Ausgabeschnittstelle 4 die Betriebsunterbrechungseinrichtung, also insbesondere eine Kupplung 5 betätigt, die den Antriebsstrang zwischen einem Antriebsmotor 7 und dem Werkzeughalter bzw. Werkzeug 8 unterbricht und gegebenenfalls zusätzlich einen Stromunterbrecher 6 auslöst.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren und das darauf basierende Meßsystem wirkt zuverlässig für jede beliebige Rotationsachse des Gesamtsystems sowie bei gegebenenfalls gekippter oder verzogener Werkzeugachse, wie nachfolgend unter Bezug auf Fig. 3 erläutert wird.

[0016] Die Bewegungsmeßeinrichtung weist, wie bereits erwähnt, wenigstens zwei Beschleunigungssensoren 1a, 1b auf, deren Meßergebnisse erfindungsgemäß vor einer weiteren Verarbeitung subtrahiert werden. Wie sich aus der nachfolgenden Herleitung für zwei mögliche Anwendungsfälle ersehen läßt, wird die Störgröße Erdbeschleunigung für jede mögliche Anwendungsposition des Elektrowerkzeugs eliminiert.

[0017] Bei der Beschleunigungsmeßeinrichtung 1 gemäß Fig. 3 ist vorgesehen, daß der zweite Sensor 1b in einer die Drehachse 9 im Normalbetrieb einschließenden Ebene liegt. Die Drehachse kann jedoch bei einer angenommenen zweidimensionalen Sensorebene jede beliebige Position einnehmen und liefert immer ein fehlerbereinigtes Signal, wie sich aus der nachfolgenden mathematischen Herleitung erkennen läßt. Auch können prinzipiell mehr als zwei Sensoren vorgesehen werden, wobei dann durch Mittelwertbildung oder eine Plausibilitätsüberprüfung die Zuverlässigkeit des erhaltenen Signals gesteigert wird. Sofern zwei redundante Sensorpaare vorgesehen werden, können die Intervalle für eine Sicherheitsüberprüfung prinzipiell gestreckt werden.

[0018] Die in Fig. 3 angegebenen Größen bezeichnen folgendes:

EP 1 008 422 B1

$a_1, a_2 =$ Meßsignale des ersten Beschleunigungssensor 1a bzw. des zweiten Beschleunigungssensors 1b; insbesondere repräsentieren a_1 und a_2 lineare Tangentialbeschleunigungen um jeweilige Drehachsen, die nachfolgend als "Fall 1" bzw. als "Fall 2" einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

$d =$ Abstand der Beschleunigungssensoren 1a, 1b;

5 $r_{1a1}, r_{1b1} =$ Abstände der Beschleunigungssensoren 1a, 1b für den "Fall 1", bei dem die (gedachte) Drehachse des Werkzeugs, beispielsweise im Falle des Werkzeugblockierens gegenüber der Antriebsachse bzw. Drehachse im Normalbetrieb nach unten versetzt ist; und

10 $r_{1a2}, r_{1b2} =$ Abstände der Beschleunigungssensoren 1a, 1b von einer (gedachten) Drehachse für den "Fall 2", d.h., wenn die Drehachse des Werkzeugs im Falle des Blockierens gegenüber der Antriebsachse bzw. Drehachse im Normalbetrieb nach oben versetzt ist;

$\varphi =$ zu erwartender Drehwinkel im Falle des Werkzeugblockierens.

[0019] Mathematische Herleitung zu "Fall 1":

15

Dreh-
beschleunigung:
$$\ddot{\varphi} = \frac{a_1}{r_{1a1}} = - \frac{a_2}{r_{1b1}} \quad (1)$$

20

$$d = r_{1a1} + r_{1b1} \quad (2)$$

$$a_1 r_{1b1} = - a_2 r_{1a1}$$

25

$$a_1 r_{1b1} + a_1 r_{1a1} = - a_2 r_{1a1} + a_1 r_{1a1}$$

$$a_1 (r_{1a1} + r_{1b1}) = r_{1a1} (a_1 - a_2)$$

30

$$\frac{a_1}{r_{1a1}} = \frac{a_1 - a_2}{r_{1a1} + r_{1b1}} \quad (3)$$

35 [0020] Gleichung (3) eingesetzt in Gleichung (1) in Verbindung mit Gleichung (2) ergibt:

40

Dreh-
beschleunigung
$$\ddot{\varphi} = \frac{a_1 - a_2}{r_{1a1} + r_{1b1}} = \frac{a_1 - a_2}{d} \quad (4)$$

45

[0021] Ersichtlicherweise ist der Wert $\ddot{\varphi}$ nicht mehr abhängig von der Erdbeschleunigung, da der Anteil der Erdbeschleunigung in beiden Beschleunigungssensorsignalen a_1 bzw. a_2 in gleicher Größe vorhanden ist, wie sich aus Gleichung (4) ersehen läßt, also vollständig kompensiert wird.

[0022] Mathematische Herleitung für den "Fall 2":

50

$$\ddot{\varphi} = \frac{a_1}{r_{1a2}} = \frac{a_2}{r_{1b2}} \quad (1')$$

55

$$d = r_{1a2} - r_{1b2} \quad (2')$$

$$-a_1 r_{1b2} = -a_2 r_{1a2}$$

$$-a_1 r_{1b2} + a_1 r_{1a2} = -a_2 r_{1a2} + a_1 r_{1a2}$$

$$a_1 (r_{1a2} - r_{1b2}) = r_{1a2} (a_1 - a_2)$$

$$\frac{a_1}{r_{1a2}} = \frac{a_1 - a_2}{r_{1a2} - r_{1b2}} \quad (3')$$

[0023] Gleichung (3') eingesetzt in Gleichung (1') in Verbindung mit Gleichung (2') ergibt:

$$\ddot{\varphi} = \frac{a_1 - a_2}{r_{1a2} - r_{1b2}} = \frac{a_1 - a_2}{d} \quad (4')$$

[0024] Auch für den "Fall 2" gilt also, daß der für die Signalauswertung zur Verfügung stehende Wert des Meßsignals, also die Drehbeschleunigung, nicht mehr abhängig ist von der für beide Beschleunigungssensoren gleichen Massenanziehung bzw. der Erdbeschleunigung.

[0025] Im Rahmen der Erfindung eignet sich prinzipiell jedes Meßsystem mit Beschleunigungssensoren oder Beschleunigungsaufnehmern, also solche, die piezoelektrisch, piezoresistiv oder inertial basiert sind und/oder integriert als Teil einer mikroelektronischen Schaltung realisiert sind. Die elektronische Auswerteeinheit kann entweder analog realisiert sein mit Hilfe von Operationsverstärkern und entsprechenden Filterschaltkreisen oder digital unter Verwendung eines Mikroprozessors mit zugeordneten Prozessorschnittstellen (vergleiche DE 43 44 817 C2). Ebenso möglich ist es, die Auswerteeinheit als Fuzzy-Logik zu realisieren, was in DE 196 41 618 A1 ausführlich beschrieben ist.

[0026] Zur Verwirklichung des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips ist prinzipiell jedes bekannte Meßverfahren für Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit bzw.

[0027] Drehwinkel anwendbar. Im obigen Ausführungsbeispiel wird vor allem aus Kostengründen auf Linearbeschleunigungssensoren, beispielsweise basierend auf piezoelektrischen Meßverfahren Bezug genommen. Prinzipiell eignen sich jedoch auch Impulsrad- und magnetische Winkelschrittgeber, mikromechanische Beschleunigungssensoren, optische Meßverfahren, magnetohydrodynamische Meßverfahren, Drehbeschleunigungsmeßverfahren nach dem Ferraris-Prinzip, kapazitive Meßverfahren oder auch DMS-Beschleunigungsaufnehmer.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermeidung von Unfällen durch Werkzeugblockieren beim Arbeiten mit einer handgeführten Werkzeugmaschine mit rotierendem Werkzeug (8), insbesondere für Bohrhämmer, die mit einer Unterbrechereinrichtung (5, 6) zum Unterbrechen der Wirkung des Antriebsmotors (7) auf das Werkzeug (8) in Abhängigkeit von dem durch eine Bewegungsmeßeinrichtung (1) erfaßten Betriebszustand ausgerüstet ist wobei die Bewegung der Werkzeugmaschine im Raum an mindestens zwei räumlich voneinander und gegen die Werkzeugachse beabstandeten Stellen der Werkzeugmaschine gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erhaltenen Meßwerte (a_1 , a_2) vor der Berechnung eines die Unterbrechereinrichtung (5, 6) auslösenden Signals voneinander subtrahiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Bewegung der Werkzeugmaschine im Raum an gegen die Werkzeugachse unterschiedlich beabstandeten Stellen gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Bewegungsgröße die Beschleunigung der Werkzeugmaschine im Raum an mindestens zwei räumlich voneinander beabstandeten Stellen erfaßt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach der Subtraktion der von mindestens zwei Be-

schleunigungssensoren gelieferten Meßwerte unter Vorgabe einer Zeitkonstante aus der durch die Subtraktion erhaltenen Drehbeschleunigungsgröße ein zu erwartender Verdrehwinkel (φ) der Werkzeugmaschine (M) vorausschauend berechnet und die Unterbrechereinrichtung (5, 6) aktiviert wird, sobald der berechnete, zu erwartende Verdrehwinkel einen vorgebbaren maximal zulässigen Verdrehwinkel überschreitet.

- 5
5. Einrichtung zur Vermeidung von Unfällen aufgrund von Werkzeugblockierens bei einer handgeführten Werkzeugmaschine mit rotierendem Werkzeug, insbesondere Bohrhämmern, die mit einer Unterbrechereinrichtung (5, 6) zum Unterbrechen der Wirkung des Antriebsmotors (7) auf das Werkzeug (8) in Abhängigkeit von dem durch eine Beschleunigungsmeßeinrichtung (1) erfaßten Betriebszustand ausgerüstet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beschleunigungsmeßeinrichtung mindestens zwei innerhalb des Gehäuses der Werkzeugmaschine an räumlich voneinander und gegenüber der Werkzeugachse beabstandeten Stellen montierten Beschleunigungssensoren (1a, 1b) ausgerüstet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die die Beschleunigungssignale (a_1 , a_2) der Beschleunigungssensoren verarbeitende elektronische Auswerteeinheit (3) eine Subtraktionsstufe enthält, in der die von den Beschleunigungssensoren jeweils gelieferten Signale vor der Errechnung eines Auslösesignals für die Unterbrechereinrichtung (5, 6) voneinander subtrahiert werden.
- 10
6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beschleunigungssensoren (1a, 1b) Linear-Beschleunigungssensoren sind.
- 15
7. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens einer der Beschleunigungssensoren (1a, 1b) so angeordnet ist, daß er in normaler Betriebsstellung der Werkzeugmaschine ein maximales Ausgangssignal liefert.
- 20

25 Claims

1. Method for avoiding accidents caused by tool jamming when working with a hand-held machine tool with a rotating tool (8), in particular for drill hammers, which machine tool is equipped with a cut-off device (5, 6) for interrupting the effect of the drive motor (7) on the tool (8) in dependence on the operating state detected by a movement measuring device (1), the movement of the machine tool in space being measured at at least two locations on the machine tool spaced spatially from one another and from the tool axis, **characterised in that** the measurements obtained (a_1 , a_2) are subtracted from one another prior to calculation of a signal which triggers the cut-off device (5, 6).
- 30
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the movement of the machine tool in space is measured at locations differently spaced from the tool axis.
- 35
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that**, as the movement value, the acceleration of the machine tool in space is detected at at least two locations spaced spatially from one another.
- 40
4. Method according to claim 3, **characterised in that** after the subtraction of the measurements supplied by at least two acceleration sensors an anticipated twist angle (φ) of the machine tool (M) is calculated in advance from the angular acceleration value while specifying a time constant and the cut-off device (5, 6) is activated as soon as the calculated, anticipated twist angle exceeds a predefinable maximum admissible twist angle.
- 45
5. Device for avoiding accidents caused by tool jamming of a hand-held machine-tool with a rotating tool, in particular drill hammers, which machine tool is equipped with a cut-off device (5, 6) for interrupting the effect of the drive motor (7) on the tool (8) in dependence on the operating state detected by an acceleration measuring device (1), the acceleration measuring device being equipped with at least two acceleration sensors (1a, 1b) mounted inside the machine-tool housing at locations spaced spatially from one another and from the tool axis, **characterised in that** the electronic evaluation unit (3) which processes the acceleration signals (a_1 , a_2) of the acceleration sensors includes a subtraction stage in which the signals supplied by the respective acceleration sensors are subtracted from one another prior to calculation of a triggering signal for the cut-off device (5, 6).
- 50
6. Device according to claim 5, **characterised in that** the acceleration sensors (1a, 1b) are linear acceleration sensors.
- 55
7. Device according to claim 5, **characterised in that** at least one of the acceleration sensors (1a, 1b) is so arranged that it supplies a maximum output signal in the normal operating position of the machine tool.

Revendications

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
1. Procédé pour éviter les accidents par blocage d'outil lors du travail avec une machine-outil à guidage manuel avec outil rotatif (8), en particulier avec des marteaux perforateurs, ladite machine-outil étant équipée d'un dispositif d'interruption (5, 6) pour interrompre l'action du moteur d'entraînement (7) sur l'outil (8) en fonction de l'état de fonctionnement détecté par un dispositif de mesure de déplacement (1), le déplacement de la machine-outil dans l'espace étant mesuré en au moins deux endroits de la machine-outil distants spatialement l'un de l'autre et de l'axe de l'outil, **caractérisé en ce que** les valeurs mesurées recueillies (a_1 , a_2) sont soustraites l'une de l'autre avant le calcul d'un signal déclenchant le dispositif d'interruption (5, 6).
 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le déplacement de la machine-outil dans l'espace est mesuré en des endroits présentant des distances différentes par rapport à l'axe de l'outil.
 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la grandeur de déplacement détectée est l'accélération de la machine-outil dans l'espace en au moins deux endroits distants spatialement l'un de l'autre.
 4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**, après soustraction des valeurs mesurées par au moins deux capteurs d'accélération, un angle de rotation escompté (φ) de la machine-outil (M) est calculé par anticipation, avec une constante de temps imposée, à partir de la grandeur d'accélération angulaire fournie par la soustraction, et le dispositif d'interruption (5, 6) est activé dès que l'angle de rotation escompté calculé excède un angle de rotation maximal admis prédéfini.
 5. Dispositif pour éviter les accidents dus à un blocage d'outil dans une machine-outil à guidage manuel avec outil rotatif, en particulier dans des marteaux perforateurs, ladite machine-outil étant équipée d'un dispositif d'interruption (5, 6) pour interrompre l'action du moteur d'entraînement (7) sur l'outil (8) en fonction de l'état de fonctionnement détecté par un dispositif de mesure d'accélération (1), le dispositif de mesure d'accélération étant équipé d'au moins deux capteurs d'accélération (1a, 1b) implantés à l'intérieur du carter de la machine-outil en des endroits distants spatialement l'un de l'autre et de l'axe d'outil, **caractérisé en ce que** l'unité électronique d'analyse (3) traitant les signaux d'accélération (a_1 , a_2) des capteurs d'accélération contient un étage de soustraction dans lequel les signaux fournis par chacun des capteurs d'accélération sont soustraits l'un de l'autre préalablement au calcul d'un signal de déclenchement du dispositif d'interruption (5, 6).
 6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les capteurs d'accélération (1a, 1b) sont des capteurs d'accélération linéaire.
 7. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**au moins un des capteurs d'accélération (1a, 1b) est disposé de façon à fournir un signal de sortie maximal dans la position de fonctionnement normal de la machine-outil.

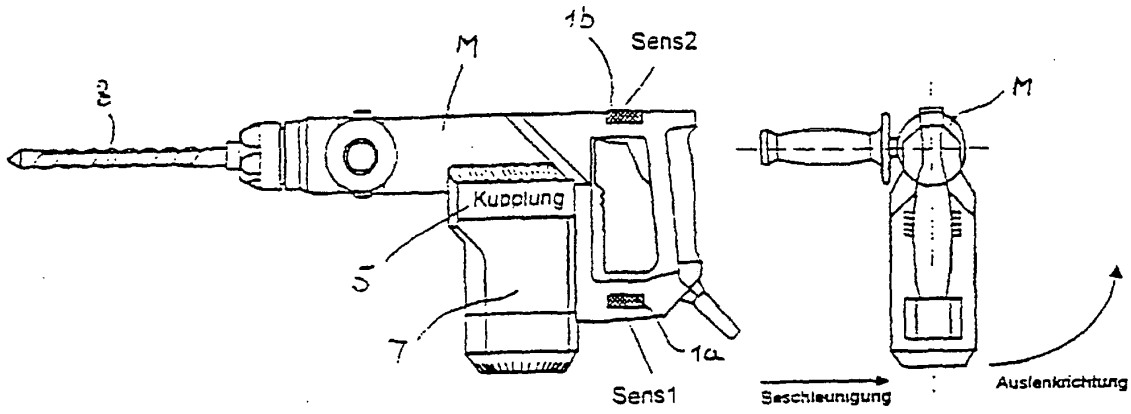


FIG. 1A

FIG. 1B

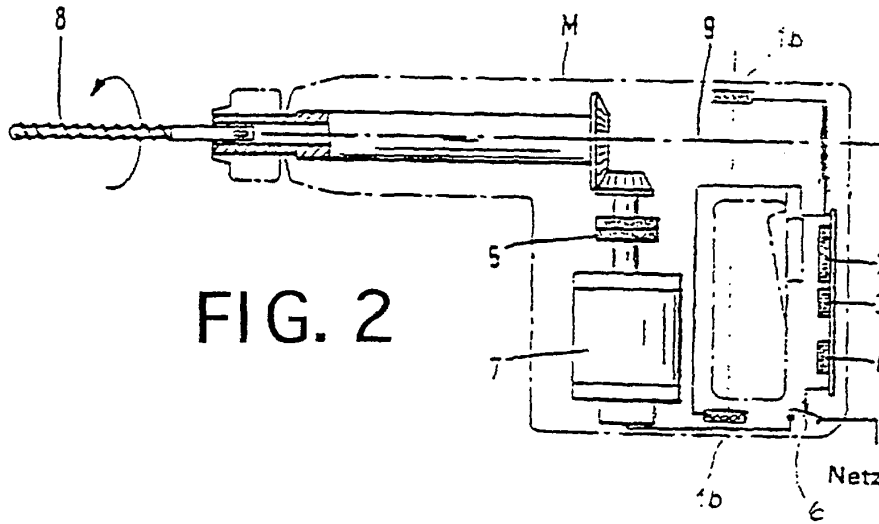


FIG. 2

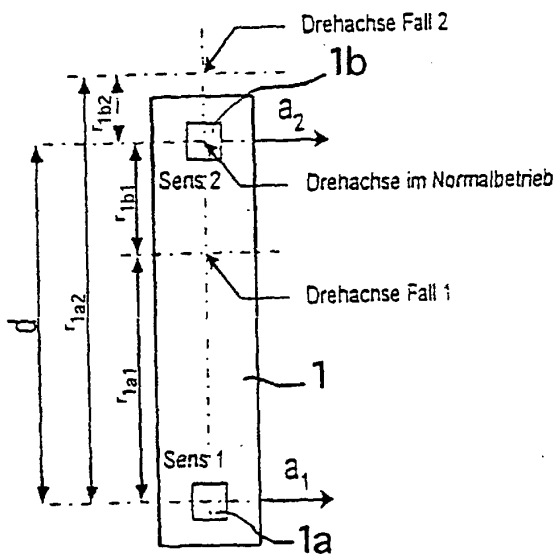


FIG. 3