

(19)



(11)

EP 2 960 021 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.12.2015 Patentblatt 2015/53

(51) Int Cl.:
B25F 5/00 (2006.01) B25D 16/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14174696.6**

(22) Anmeldetag: **27.06.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Manschitz, Erwin**
82110 Germering (DE)
• **Wissmach, Walter**
80637 Muenchen (DE)

(71) Anmelder: **HILTI Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**
Corporate Intellectual Property
Feldkircherstrasse 100
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

(54) Handwerkzeugmaschine und Steuerungsverfahren

(57) Eine Handwerkzeugmaschine hat eine Werkzeugaufnahme 2 zum Aufnehmen eines Werkzeugs 4 längs einer Arbeitsachse 11, einen Motor 5 und eine Sperrkörperkupplung 21 mit einer Anzahl von Sperrkörpern. Ein Sensor 27 dient zum Aufzeichnen eines Messsignals 28 als Maß für Vibrationen innerhalb der Handwerkzeugmaschine 1. Ein Bandbreitenfilter 29 hat einen

Durchlassbereich, in dem eine Frequenz gleich dem Produkt der Drehzahl des antriebsseitigen Rads 22 mit der Anzahl N der Sperrkörper 24 liegt. Einer Auswertungseinheit 30 wird das von dem Bandbreitenfilter 29 gefilterte Messsignal 28 zugeführt. Die Auswertungseinheit 30 reduziert bei Überschreiten eines Grenzwertes durch das gefilterte Messsignal 28 die Drehzahl des Motors 5.

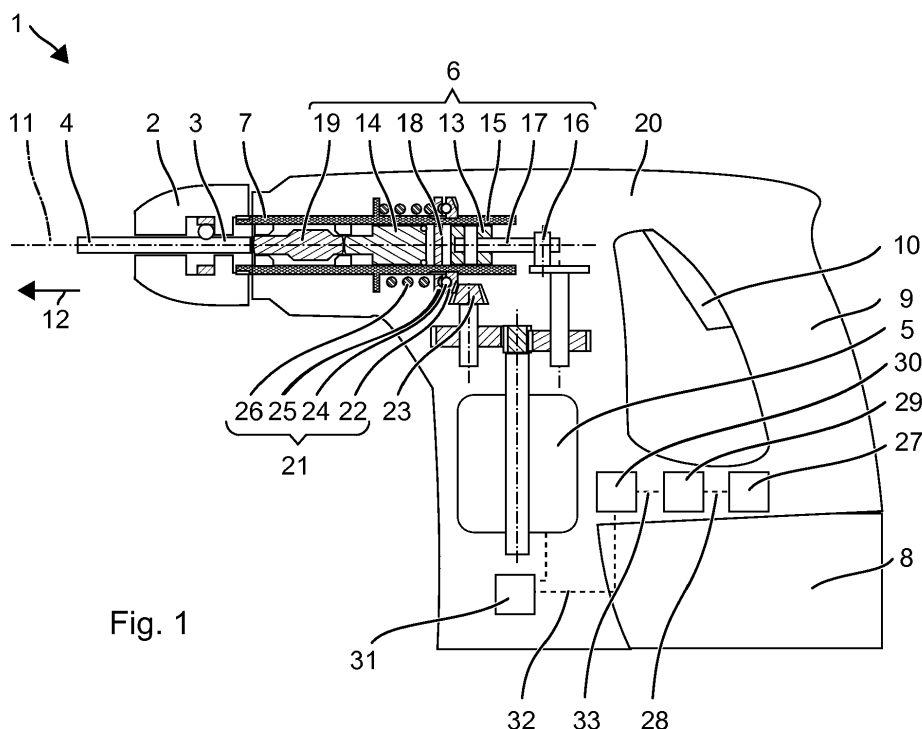


Fig. 1

EP 2 960 021 A1

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Handwerkzeugmaschine, die eine Sperrkörperkupplung zum Unterbrechen eines drehenden Antriebs eines Werkzeugs aufweist.

[0002] Beispielsweise beschreibt die US 2009/008115 einen Bohrhämmer mit einer mechanischen Sperrkörperkupplung. Die Sperrkörperkupplung löst aus, wenn ein an dem Bohrer anliegendes Drehmoment ein Auslösemoment überschreitet. Die Sperrkörperkupplung wird dabei hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt, wenn der Anwender fortgesetzt versucht seine Arbeit fortzusetzen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0003] Eine erfindungsgemäße Handwerkzeugmaschine hat eine Werkzeugaufnahme zum Aufnehmen eines Werkzeugs längs einer Arbeitsachse, einen Motor und eine Sperrkörperkupplung. Die Sperrkörperkupplung hat ein antriebsseitiges Rad und ein abtriebsseitiges Rad und eine Anzahl N von zwischen dem antriebsseitigen Rad und dem abtriebsseitigen Rad angeordneter Sperrkörper. Die Sperrkörper sind relativ zu einem der Räder beweglich. Eine Federkraft hält die Sperrkörper in Eingriff mit dem einen Rad zum Übertragen eines Drehmoments von dem antriebsseitigen Rad auf das abtriebsseitige Rad. Bei Anliegen eines einen Schwellwert überschreitenden Drehmoments unterbrechen die beweglich gehaltenen Sperrkörper das Übertragen des Drehmoments. Ein Sensor dient zum Aufzeichnen eines Messsignals als Maß für Beschleunigungen innerhalb der Handwerkzeugmaschine. Ein Bandbreitenfilter hat einen Durchlassbereich, in dem eine Frequenz gleich dem Produkt der Drehzahl des antriebsseitigen Rads mit der Anzahl N der Sperrkörper liegt. Einer Auswertungseinheit wird das von dem Bandbreitenfilter gefilterte Messsignal zugeführt. Die Auswertungseinheit reduziert bei Überschreiten eines Grenzwertes durch das gefilterte Messsignal die Drehzahl des Motors.

[0004] Das erfindungsgemäße Steuerungsverfahren zeichnet ein Messsignal als Maß für Beschleunigungen innerhalb der Handwerkzeugmaschine auf. Die Beschleunigungen können insbesondere Drehbeschleunigungen oder eine Änderung einer Drehgeschwindigkeit um die Arbeitsachse der Handwerkzeugmaschine sein. Die Signalstärke des Messsignals wird in einem Frequenzband um eine Frequenz gleich dem Produkt der Drehzahl des antriebsseitigen Rads mit der Anzahl der Sperrkörper ermittelt. Der Filter selektiert Beschleunigungen und Vibrationen, die aufgrund ihres periodischen Auftretens der Sperrkörperkupplung zugeordnet werden. Die Leistungsaufnahme der Handwerkzeugmaschine wird reduziert, wenn die Signalstärke in dem Frequenzband einen Schwellwert überschreitet. Der Anwender erhält in

gewohnter Weise eine Rückmeldung durch die durchdrehende Sperrkörperkupplung, dass ein anliegendes Drehmoment eine eingestellte Grenze überschreitet. Das nachträgliche automatische Verringern der Motorleistung erhöht die Lebensdauer der Sperrkörperkupplung.

[0005] Die Handwerkzeugmaschine kann die Drehzahl des antriebsseitigen Rads messen und das Frequenzband an die gemessene Drehzahl anpassen.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0006] Die nachfolgende Beschreibung erläutert die Erfindung anhand von exemplarischen Ausführungsformen und Figuren. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 einen Bohrhämmer

[0007] Gleiche oder funktionsgleiche Elemente werden durch gleiche Bezugszeichen in den Figuren indiziert, soweit nicht anders angegeben.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0008] Fig. 1 zeigt als Beispiel einer meißelnden Handwerkzeugmaschine schematisch einen Bohrhämmer **1**. Der Bohrhämmer **1** hat eine Werkzeugaufnahme **2**, in welche ein Schaftende **3** eines Werkzeug, z.B. eines des Bohrers **4**, eingesetzt werden kann. Einen primären Antrieb des Bohrhammers **1** bildet ein Motor **5**, welcher ein Schlagwerk **6** und eine Abtriebswelle **7** antreibt. Ein Batteriepaket **8** oder eine Netzleitung versorgt den Motor **5** mit Strom. Ein Anwender kann den Bohrhämmer **1** mittels eines Handgriffs **9** führen und mittels eines Systemschalters **10** den Bohrhämmer **1** in Betrieb nehmen. Im Betrieb dreht der Bohrhämmer **1** den Bohrer **4** kontinuierlich um eine Arbeitsachse **11** und kann dabei den Bohrer **4** in Schlagrichtung **12** längs der Arbeitsachse **11** in einen Untergrund schlagen.

[0009] Das Schlagwerk **6** ist ein pneumatisches Schlagwerk **6**. Ein Erregerkolben **13** und ein Schläger **14** sind in einem Führungsrohr **15** in dem Schlagwerk **6** längs der Arbeitsachse **11** beweglich geführt. Der Erregerkolben **13** ist über einen Exzenter **16** an den Motor **5** angekoppelt und zu einer periodischen, linearen Bewegung gezwungen. Ein Pleuel **17** verbindet den Exzenter **16** mit dem Erregerkolben **13**. Eine Luftfeder gebildet durch eine pneumatische Kammer **18** zwischen dem Erregerkolben **13** und dem Schläger **14** koppelt eine Bewegung des Schlägers **14** an die Bewegung des Erregerkolbens **13** an. Der Schläger **14** kann direkt auf ein hinteres Ende des Bohrers **4** aufschlagen oder mittelbar über einen im Wesentlichen ruhenden Zwischenschläger **19** einen Teil seines Impuls auf den Bohrer **4** übertragen. Das Schlagwerk **6** und vorzugsweise die weiteren Antriebskomponenten sind innerhalb eines Maschinengehäuses **20** angeordnet.

[0010] Die Abtriebswelle **7** ist über eine mechanische

Sperrkörperkupplung **21** an den Motor **5** angekoppelt. Die beispielhafte Sperrkörperkupplung **21** hat ein Kegelrad **22**, das um die Arbeitsachse **11** dreht. Ein von dem Motor **5** angetriebenes Kegelrad **23** kämmt mit dem Kegelrad **22** der Sperrkörperkupplung **21**. Das Kegelrad **22** ist über Sperrkörpern **24** mit einer Drehscheibe **25** gekoppelt. Die Drehscheibe **25** ist um die gleiche Achse wie das Kegelrad **23** drehbar gelagert, hier um die Arbeitsachse **11**. Die Drehscheibe **25** ist längs der Arbeitsachse **11** beweglich. Die Drehscheibe **25** ist in einer ersten Stellung so nahe an dem Kegelrad **23**, dass die Sperrkörper **24** sowohl in das Kegelrad **22** als auch die Drehscheibe **25** eingreifen. Das Drehmoment von dem Kegelrad **22** wird auf die Drehscheibe **25** übertragen. Die Drehscheibe **25** kann sich von dem Kegelrad **22** soweit längs der Arbeitsachse **11** in eine zweite Stellung entfernen, dass die Sperrkörper **24** nicht mehr in Drehscheibe **25** eingreifen. Die Sperrkörperkupplung **21** ist geöffnet. Eine Feder **26** wirkt der Auslenkung der Drehscheibe **25** aus der ersten Stellung entgegen. Die Sperrkörper **24** sind beispielhaft Kugeln, welche in Taschen im Kegelrad **22** gefangen und in Taschen in die Drehscheibe **25** eingreifen können. Die Sperrkörperkupplung **21** ist beim Eingriff der Kugeln in die Taschen geschlossen und überträgt ein Drehmoment. Die dargestellte Sperrkörperkupplung ist exemplarisch. Bei einer alternativen Sperrkörperkupplung kann die Drehscheibe innerhalb des Kegelrades angeordnet sein, die Sperrkörper sind in radialer Richtung federbelastet beweglich.

[0011] Der Bohrhämmer **1** reduziert das Drehmoment, wenn die Sperrkörperkupplung **21** anspricht, beispielsweise weil der Bohrer **4** im Untergrund blockiert. Der Bohrhämmer **1** hat einen Sensor **27**, der in dem Maschinengehäuse auftretende Vibrationen erfasst. Der Sensor **27** kann insbesondere ein Gyrosensor sein, der Drehbewegungen um eine Achse parallel zu der Arbeitsachse **11** erfasst. Während des Betriebs des Bohrhammers **1** treten unterschiedliche Beschleunigungen auf, z.B. aufgrund des Schlagwerks **6** und des drehenden Motors **5**. Die Sperrkörperkupplung **21** erzeugt beim Übergang von der geöffneten Stellung in die geschlossene Stellung einen Ruck im Antriebsstrang durch die Ankopplung des Bohrers **4** an dem Motor **5**. Der Ruck als einzelnes Ereignis ist wenig spezifisch und beispielsweise abhängig von der Größe des Bohrers **4** und dem Material des Untergrunds. Sofern die Blockade des Bohrers **4** andauert, öffnet und schließt sich die Sperrkörperkupplung **21** periodisch. Die Dauer zwischen zwei Schließvorgängen bestimmt sich durch die Drehzahl des antreibenden Kegelrads **22** und den Winkel, um welchen das Kegelrad **23** gedreht werden muss, bis die Sperrkörper **24** wieder einrasten können. Der Winkel ist invers proportional zu der Anzahl der Sperrkörper **24**. Das Messsignal **28** des Sensors **27** wird einem Bandbreitenfilter **29** zugeführt. Das Bandbreitenfilter **29** ist in seiner Charakteristik auf die Sperrkörperkupplung **21** abgestimmt. Die Mittenfrequenz des Bandbreitenfilters **29** ist vorzugsweise gleich dem Produkt aus der Drehzahl des angetriebenen Ke-

gelrads **22** und der Anzahl der Sperrkörper **24**. Die Anzahl der Sperrkörper **24** ist als feste Größe in der Auswertungseinheit **30** hinterlegt. Die Drehzahl des Kegelrads **22** ist aufgrund der festen Getriebeuntersetzung in bekannter Weise proportional zu der Motordrehzahl, welche per Sensor erfasst oder bei einem drehzahl-geregelten Motor **5** von der entsprechenden Drehzahlregelung **31** abgefragt wird. Die Auslösefrequenz der Sperrkörperkupplung **21** kann niedriger als die berechnete Frequenz sein, weil sich die Antriebsspindel aufgrund ihres Drehimpulses weiterdreht. In der Regel nimmt der Drehimpuls, insbesondere bei einer Last an dem Bohrer **4**, jedoch rasch ab. Das Frequenzband liegt in einem Bereich von 75 % bis 150 % der berechneten Mittenfrequenz.

[0012] Die Auswertungseinheit **30** gibt ein Störsignal **32** aus, wenn das gefilterte Messsignal **33** einen Grenzwert überschreitet. Das Störsignal **32** wird an die Motorsteuerung **31** weitergeleitet, welche daraufhin die Drehzahl des Motors **5** reduziert. Die Drehzahl wird vorzugsweise soweit reduziert, bis das gefilterte Messsignal **33** unterhalb des Grenzwerts liegt. In einer bevorzugten Ausführungsform, reduziert die Motorsteuerung **31** die Drehzahl erst wenn der Grenzwert für eine vorbestimmte Dauer, z.B. wenigstens 2 Sekunden, überschritten wurde. Der Anwender realisiert das Auslösen der Sperrkörperkupplung **21** und bekommt auf diese Weise eine klare Rückmeldung, weshalb die Motorleistung reduziert oder auf Null gesetzt wurde.

[0013] Das Bandbreitenfilter **29** hat vorzugsweise eine einstellbare Mittenfrequenz. Das Bandbreitenfilter **29** erfasst die Drehzahl des Kegelrads **22** und passt vorlaufend die Mittenfrequenz an. Das Bandbreitenfilter **29** ist vorzugsweise als digitales Filter implementiert, z.B. als Softwareroutine in einem Signalprozessor. Der Signalprozessor kann parallel in mehreren Frequenzbändern die Signalstärke ermitteln. Der Auswertungseinheit **30** wird die Signalstärke des Frequenzbands zugeführt, dessen Mittenfrequenz dem Produkt aus Anzahl der Sperrkörper **24** und Drehzahl am nächsten kommt.

Patentansprüche

1. Handwerkzeugmaschine mit einer Werkzeugaufnahme (2) zum Aufnehmen eines Werkzeugs (4) längs einer Arbeitsachse (11), einem Motor (5), einer Sperrkörperkupplung (21), die ein antriebsseitiges Rad (22) und ein abtriebsseitiges Rad (25) und eine Anzahl (N) von zwischen dem antriebsseitigen Rad und dem abtriebsseitigen Rad (25) angeordneter Sperrkörper (24) aufweist, wobei die Sperrkörper (24) relativ zu einem der Räder (22) beweglich sind und durch eine Federkraft in Eingriff mit dem einen Rad (22) zum Übertragen eines Drehmoments von dem antriebsseitigen Rad (22) auf das abtriebsseitige Rad (25) und zum Unterbrechen des Übertragens des Drehmoments bei Anliegen eines einen

Schwellwert überschreitenden Drehmoments gehalten sind,

einem Sensor (27) zum Aufzeichnen eines Messsignals (28) von Bewegungen der Handwerkzeugmaschine (1),

einem Bandbreitenfilter (29), in dessen Durchlassbereich das Produkt der Drehzahl des antriebsseitigen Rads (22) mit der Anzahl (N) der Sperrkörper (24) liegt,

einer Auswertungseinheit (30), der das von dem Bandbreitenfilter (29) gefilterte Messsignal (28) zugeführt ist und die ansprechend auf ein Überschreiten eines Grenzwertes durch das gefilterte Messsignal (33) die Drehzahl des Motors (5) reduziert.

5

10

15

2. Handwerkzeugmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (27) ein Gyrosensor zum Erfassen eines Messsignals (28) als Maß für Drehbewegungen um die Arbeitsachse ist.

20

3. Steuerungsverfahren für eine Handwerkzeugmaschine mit den Merkmalen von Anspruch 1 mit den Schritten:

25

Aufzeichnen eines Messsignals (28) als Maß für Bewegungen der Handwerkzeugmaschine (1)

Ermitteln der Signalstärke des Messsignals (28) in einem Frequenzband um eine Frequenz gleich dem Produkt der Drehzahl des antriebsseitigen Rads (22) mit der Anzahl (N) der Sperrkörper (24),

30

Reduzieren einer Leistungsaufnahme der Handwerkzeugmaschine (1), wenn die Signalstärke in dem Frequenzband einen Schwellwert überschreitet.

35

4. Steuerungsverfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Frequenzband innerhalb von 75 % bis 150 % des Produkts der Anzahl von Sperrkörpern (24) und der Drehzahl des antriebsseitigen Rads (22) liegt.

40

5. Steuerungsverfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der die Drehzahl erst reduziert wird, nachdem eine die Amplitude den Grenzwert für eine Mindestdauer überschreitet.

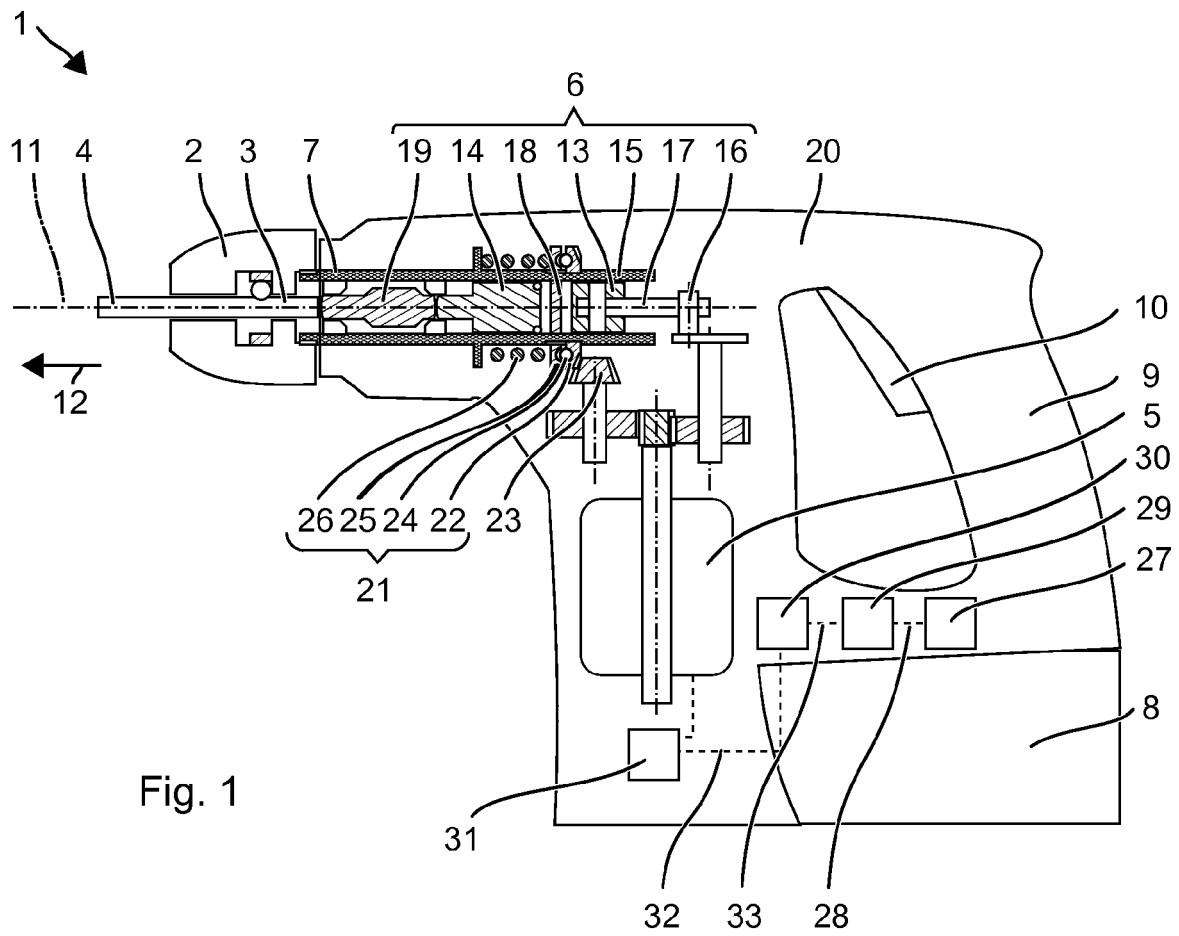
45

6. Steuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl des antriebsseitigen Rads (22) gemessen und das Frequenzband an die gemessene Drehzahl angepasst wird.

50

7. Steuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messsignal ein Maß für Drehbewegungen um die Arbeitsachse der Handwerkzeugmaschine ist.

55





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 17 4696

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2013/240230 A1 (SAUR DIETMAR [DE]) 19. September 2013 (2013-09-19) * Absatz [0040] - Absatz [0054]; Abbildungen 1-3 *	1-7	INV. B25F5/00 B25D16/00
X	EP 2 517 839 A2 (HILTI AG [LI]) 31. Oktober 2012 (2012-10-31) * Absatz [0005] - Absatz [0013]; Abbildung 1 *	1,3	
A	EP 2 410 650 A2 (FEIN C & E GMBH [DE]) 25. Januar 2012 (2012-01-25) * Absatz [0088] - Absatz [0136]; Abbildungen 1-7 *	1-7	
A	EP 2 514 570 A2 (HILTI AG [LI]) 24. Oktober 2012 (2012-10-24) * Absatz [0010] - Absatz [0055]; Abbildungen 1-14 *	1-7	
A	EP 1 666 754 A2 (FEIN C & E GMBH [DE]; FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 7. Juni 2006 (2006-06-07) * Absatz [0036] - Absatz [0050]; Abbildungen 1-9 *	1-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B25F B25D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		21. Oktober 2014	Dewaele, Karl
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 17 4696

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-10-2014

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013240230 A1	19-09-2013	DE 102012204172 A1	19-09-2013
		US 2013240230 A1	19-09-2013
EP 2517839 A2	31-10-2012	DE 102011017579 A1	31-10-2012
		EP 2517839 A2	31-10-2012
		US 2012274254 A1	01-11-2012
EP 2410650 A2	25-01-2012	DE 102010032335 A1	26-01-2012
		EP 2410650 A2	25-01-2012
		US 2012019177 A1	26-01-2012
EP 2514570 A2	24-10-2012	CN 102744715 A	24-10-2012
		DE 102011007725 A1	25-10-2012
		EP 2514570 A2	24-10-2012
		US 2012267136 A1	25-10-2012
EP 1666754 A2	07-06-2006	CN 1796813 A	05-07-2006
		DE 102004059814 A1	08-06-2006
		EP 1666754 A2	07-06-2006
		US 2006124332 A1	15-06-2006

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2009008115 A [0002]