

(19)



(11)

EP 3 038 119 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.06.2016 Patentblatt 2016/26

(51) Int Cl.:
H01F 41/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14004356.3**

(22) Anmeldetag: **22.12.2014**

(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

- **Dinca, Christian**
13355 Berlin (DE)
- **Kreim, Alexander**
30890 Barsinghausen OT Egestorf (DE)
- **Hagedorn, Jürgen**
32312 Lübbecke (DE)

(71) Anmelder: **Aumann GMBH**
32339 Espelkamp (DE)

(74) Vertreter: **Thielking & Elbertzhagen**
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Gadderbaumer Straße 14
33602 Bielefeld (DE)

(72) Erfinder:
• **Zerbe, Johannes**
14197 Berlin (DE)

(54) Wickelverfahren und Wickelvorrichtung hierfür

(57) Bei einem Wickelverfahren werden strangförmiges Gut, insbesondere ein Draht (1), und ein Wickelkörper (2) bereit gestellt. Das strangförmige Gut wird durch

eine Auslassdüse (103) geführt und anschließend auf den Wickelkörper (2) aufgewickelt. Das strangförmige Gut (1) wird vor dem Aufwickeln erwärmt.

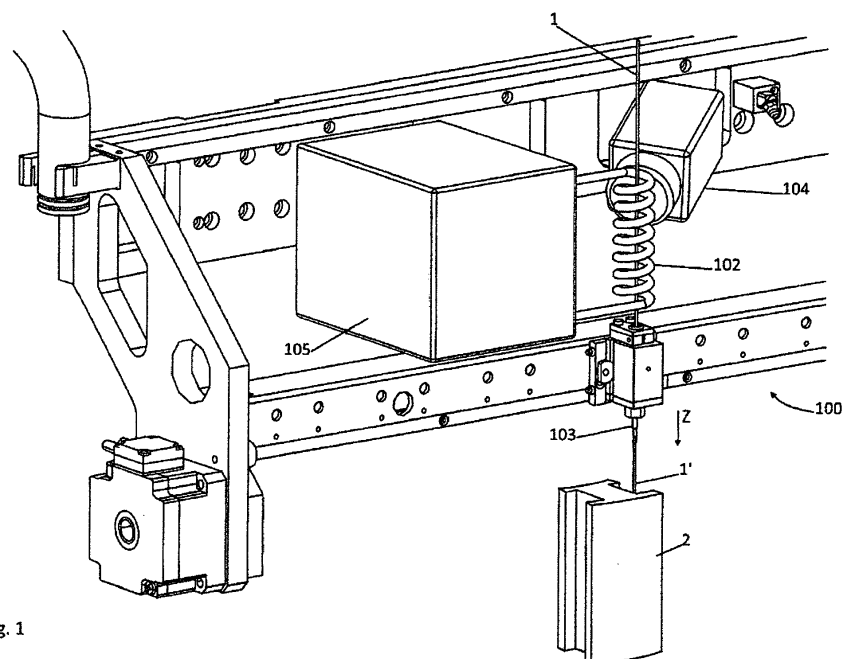


Fig. 1

EP 3 038 119 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wickelverfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Wickelvorrichtung hierfür.

[0002] Beim Bewickeln von strangförmigen Gütern wie z.B. Metalldraht auf um einen Wickelkörper - etwa zur Herstellung eines elektromagnetischen Bauteils - kommt es besonders bei im Querschnitt mehrkantigen Wickelkörpern zu Ausbauchungen des Drahtes. Dies kommt daher, dass der Draht durch Wickeln in eine bestimmte Richtung eine Spannung aufbaut und diese Spannung in einer Krümmung resultiert, die im Bereich der Flachseiten des Wickelkörpers zu den genannten Ausbauchungen führt, weil der Eckenradius des Drahtes verglichen mit dem Eckenradius unrunder Wickelkörper verhältnismäßig groß ist.

[0003] Dieser Effekt ist bei magnetischen Bauteilen nachteilig, weil zum einen Luftspalte zwischen Draht und Wickelkörper entstehen, die die Leistung des elektromagnetischen Bauteils nachteilig beeinflussen. Zum anderen verringert sich der Füllfaktor der Anordnung, weil eben weniger Wicklungen in ein vorgegebenes Volumen passen.

[0004] Die Ausbauchungen können - wie in EP 2 309 626 A1 vorgeschlagen - dadurch reduziert werden, dass man mittels eines Vorformelementes auf den dem Wickelkörper zugeführten Draht auf der dem Wickelkörper abgewandten Seite eine Kraft ausübt, die den Draht entgegen der zu erwartenden Ausbauchungswölbung "vorbiegt", so dass der Draht im Ergebnis glatt gegen den Wickelkörper anliegt.

[0005] Eine weitere Möglichkeit, besteht darin, den Drahtzug beim Aufwickeln zu erhöhen, so dass der Füllfaktor erhöht und die Ausbauchungen verringert werden können. Dies führt aber dazu, dass der Draht gerade bei einer Vielzahl Windungen sehr straff um den Wickelkörper herum liegt, so dass die auf den Wickelkörper wirkenden Zugkräfte unter Umständen dazu führen können, dass der Wickelkörper - z.B. wenn er aus Kunststoff besteht - zerstört wird. Zum anderen sind dem Drahtzug schon deshalb Grenzen gesetzt, weil der Draht einen endlichen Querschnitt besitzt und gerade bei kleinen Querschnitten der Draht leicht dazu neigt, zu reißen, wenn man den Drahtzug erhöht.

[0006] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Wickelverfahren der eingangs genannten Art und eine hierzu geeignete Wickelvorrichtung zu schaffen, mit welchem sich der erforderliche Drahtzug verringern und zudem der Füllfaktor erhöhen und die Ausbauchungen bei im Querschnitt nicht runden Wickelkörpern reduzieren lassen.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Wickelverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Wickelvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 7. Vorteilhafte Ausführungsformen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

[0008] Der Grundgedanke der Erfindung ist, das

strangförmige Gut - z.B. einen Metalldraht oder einen strangförmigen metallischen Hohlkörper - unmittelbar vor dem Bewickeln des Wickelkörpers zu erwärmen. Infolge der thermischen Ausdehnung des Wickelguts längt dieser sich, je nach zugeführter Wärmemenge. Das Wickelgut wird im erwärmten Zustand um den Wickelkörper gewickelt. Etwaige Ausbauchungen verschwinden bei Erkalten des Wickelguts auf dem Wickelkörper, da sich das Wickelgut bei Abkühlung wieder zusammenzieht. Der erwärmte Draht weist eine kleinere mechanische Festigkeit auf, so dass sich speziell bei unrunder Wickelkörpern der Eckenradius kleiner ausbildet. Zudem ist die Biegespannung bei erwärmten strangförmigen Gütern kleiner als bei kalten. Folglich lässt sich das erwärmte Gut, insbesondere der erwärmte metallische Draht, gegenüber einem auf Raumtemperatur befindlichen Wickelgut infolge der Erwärmung mit wesentlich weniger Widerstand umformen. Die Ausbauchung in der Wicklungsmittel, beispielsweise an der Längsseite einer Zahnspule, bildet sich bei gleichem Drahtzug somit kleiner aus, wobei eine Reduzierung von ca. 20% erreicht werden kann. Dieser Effekt vergrößert somit auch den elektrischen Füllfaktor.

[0009] Auf diese Weise wird einerseits erreicht, dass die Ausbauchungen des Wickelguts reduziert werden, andererseits, dass die Bewicklung mit einem geringeren Drahtzug durchgeführt werden kann, weil das Wickelgut sich selbst zusammenzieht. Auf diese Weise kann der Drahtzug bei gleicher Packungsdichte der Spule reduziert werden. Das hat den Vorteil, dass die zu bewickelnden Bauteile nicht so stark mechanisch gestresst werden müssen und die Wandstärken des Wickelkörpers kleiner dimensioniert werden können oder auch eine andere - günstigere - Materialauswahl für den Wickelkörper getroffen werden kann.

[0010] Durch das erfindungsgemäße Verfahren lassen sich Verbackspulen schneller herstellen. Verbackspulen sind meist freitragende Spulen ohne Wickelkörper. In konventioneller Fertigung wird eine Spule erst gewickelt und dann elektrisch verbacken. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, während des Wickelns den Backlack des Drahtes zu erwärmen. Dies war nach konventioneller Technik nur bei dünnen Drähten (mit Durchmessern von ca. 0,3 mm) möglich, die während des Wickelns durch einen Heißluftstrom erwärmt werden, so dass man eine freitragende Spule erhält. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist man bei der Wahl der Drahtdurchmesser nicht mehr begrenzt.

[0011] Bei als Stanzpakete ausgebildeten, T-Segmentförmigen Wickelkörpern wird auf die oben beschriebene Weise auch eine Reduzierung des Axialdrucks auf das Stanzpaket erreicht, der in der Praxis häufig zu Problemen führt, da das Stanzpaket sich setzt und dabei "bananenförmig" verformt, so dass das Einbauen solcher Spulen nur mit großen Toleranzen und großen magnetischen Verlusten möglich ist.

[0012] Wie oben erwähnt, richtet sich der Grad des Erwärmens nach der gewünschten thermischen Ausdeh-

nung des Wickelguts. Bevorzugt wird dieses so erwärmt, dass die Temperatur des strangförmigen Guts am Auslass der Auslassdüse unterhalb der Schmelztemperatur des Materials des strangförmigen Guts liegt und wenigstens 50°C, bevorzugt wenigstens 120°C, beträgt.

[0013] Je nach gewünschter Temperatur gibt es mehrere Möglichkeiten, das strangförmige Gut zu erwärmen, z.B. induktiv mittels einer Induktionsschleife und/oder durch Heißgas und/ oder durch Bestromung. Auch der Ort der Erwärmung ist beliebig, solange sichergestellt ist, dass das Wickelgut unmittelbar vor dem Aufwickeln eine Temperatur aufweist, die messbar oberhalb der Umgebungstemperatur liegt. Es ist zur Unterstützung oder zum Halten der Erwärmung auch möglich, dass die Auslassdüse erwärmt wird.

[0014] Bevorzugt ist der Wickelkörper unrund, und weist wenigstens eine Kante auf, wobei bevorzugt Wickelkörper mit wenigstens abschnittsweise etwa rechteckigem Querschnitt eingesetzt werden.

[0015] Die erfindungsgemäße Wickelvorrichtung weist eine Zuführeinrichtung für strangförmiges Gut mit der Auslassdüse zum Zuführen eines auf den Wickelkörper aufzuwickelnden strangförmigen Guts und eine Wickelkörperaufnahme zur Aufnahme des zu bewickelnden Wickelkörpers auf. Die Aufnahme und die Auslassdüse sind dabei relativ zueinander beweglich ausgebildet, so dass der Wickelvorgang vollzogen werden kann. Erfindungsgemäß weist die Wickelvorrichtung ferner ein Erwärmungsmittel auf, welches z.B. eine Induktionsschleife und/oder eine das strangförmige Gut bestromende Bestromungseinrichtung und/oder eine Heißgasvorrichtung ist und welches bevorzugt in Zuführrichtung des strangförmigen Guts zumindest vor der Auslassdüse angeordnet und dazu ausgelegt ist, das in die Auslassdüse geführte strangförmige Gut auf eine vorgegebene Temperatur zu erwärmen.

[0016] Bevorzugt wird die Temperatur im erfindungsgemäßen Verfahren über eine Temperatureinstellvorrichtung geregelt. Die Temperatureinstellvorrichtung stellt oder regelt die Temperatur des strangförmigen Guts auf einen vorgegebenen Sollwert ein. Dazu weist die Wickelvorrichtung bevorzugt eine Temperaturerfassungseinrichtung zur Messung der Temperatur des strangförmigen Guts auf. Diese erfasst fortlaufend die Temperatur des strangförmigen Gutes, welche von der Temperatureinstellvorrichtung als Istwert übernommen und mit einem Sollwert verglichen wird. Die Temperatureinstellvorrichtung berechnet dann aus diesem Vergleich eine Stellgröße und verändert ggf. die Einstellung des Erwärmungsmittels, um die vorgegebene Solltemperatur einzustellen.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand des in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Figur 1 - zeigt eine erfindungsgemäße Wickelvorrichtung in perspektivischer Darstellung,

Figur 2 - zeigt eine Seitenansicht der in Figur 1 ge-

zeigten Wickelvorrichtung.

[0018] Die in den Figuren 1 und 2 beispielhaft gezeigte Wickelvorrichtung 100 weist eine (nicht gezeigte) Aufnahme zum Aufspannen des Wickelkörpers 2 auf. Aus einer Drahtauslassdüse wird ein strangförmiges Wickelgut 1 (im Folgenden nicht einschränkend Draht genannt) in einer Zuführrichtung Z durch eine Auslassdüse 103 geführt und in Zuführrichtung Z hinter der Auslassdüse 103 auf den Wickelkörper 2 durch relatives Bewegen von Düse 103 und Wickelkörperaufnahme aufgewickelt.

[0019] Erfindungsgemäß ist ein Erwärmungsmittel 102 vorgesehen, welches im gezeigten Beispiel als Induktionsschleife 102 ausgebildet ist. Die Induktionsschleife wird über eine Speisevorrichtung 105 elektrisch gespeist und erzeugt ein Magnetfeld. Der Draht 1 durchläuft dieses Magnetfeld und wird dadurch erwärmt und der erwärmte Abschnitt 1' des Drahtes wird auf den Wickelkörper aufgewickelt. Bevorzugt ist die Induktionsschleife ein Rohr, welches von einem Fluid, insbesondere Wasser, zur Kühlung durchströmt wird.

[0020] Vorteilhafterweise wird die in den Draht 1, 1' induzierte Temperatur auf einen Sollwert eingeregelt. Dieser Sollwert wird anwenderseitig vorgegeben, je nach Materialeigenschaften des Drahtes oder Wickelgutes und dem angestrebten Füllfaktor. Die Ist-Temperatur wird über eine Messeinrichtung 104 erfasst. Diese ist im gezeigten Beispiel etwa auf der Höhe der Induktionsschleife 102 vorgesehen, kann aber genauso gut auch etwa am Ausgang der Auslassdüse 103 positioniert sein, um die Ist-Temperatur unmittelbar vor dem Aufwickeln des erwärmten Drahtes 1' auf den Wickelkörper 2 zu erfassen. Durch einen Vergleich der Ist-Temperatur und der Soll-Temperatur wird eine Stellgröße ermittelt, die dann gegebenenfalls die Bestromung der Induktionsschleife 102 bzw. allgemein die durch Erwärmungsmittel übertragene Energiemenge entsprechend anpasst und die Temperatur des Drahtes auf den vorgegebenen Sollwert einregelt.

Patentansprüche

1. Wickelverfahren, bei dem strangförmiges Gut, insbesondere ein Draht (1), und ein Wickelkörper (2) bereitgestellt werden, wobei das strangförmige Gut durch eine Auslassdüse (103) geführt und anschließend auf den Wickelkörper (2) aufgewickelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das strangförmige Gut (1) vor dem Aufwickeln erwärmt wird.
2. Wickelverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das strangförmige Gut (1) so erwärmt wird, dass die Temperatur des strangförmigen Gutes (1) am Auslass der Auslassdüse (103) unterhalb der Schmelztemperatur des Materials des strangförmigen

gen Gutes (1) liegt und wenigstens 50° C, bevorzugt wenigstens 120°C, beträgt.

3. Wickelverfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das strangförmige Gut (1) induktiv und/oder durch Heißgas und/oder durch Bestromung erwärmt wird. 5
4. Wickelverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wickelkörper (2) Kanten aufweist. 10
5. Wickelverfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Wickelkörper (2) mit wenigstens abschnittsweise etwa rechteckigem Querschnitt ausgebildet ist. 15
6. Wickelverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass als strangförmiges Gut (1) ein Metalldraht oder ein strangförmiger metallischer Hohlkörper verwendet wird. 20
7. Wickelverfahren nach einem der vorigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Auslassdüse (103) erwärmt wird. 25
8. Wickelvorrichtung (100) zur Durchführung einer Wickelverfahrens nach einem der vorigen Ansprüche, aufweisend eine Zuführeinrichtung für strangförmiges Gut (1), insbesondere Draht, mit einer Auslassdüse (103) zum Zuführen eines auf einen Wickelkörper (2) aufzuwickelnden strangförmigen Gutes (1) und eine Wickelkörperaufnahme (101) zur Aufnahme des zu bewickelnden Wickelkörpers, wobei die Aufnahme (101) und die Auslassdüse (103) relativ zueinander beweglich ausgebildet sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wickelvorrichtung (100) ein Erwärmungsmittel (102) aufweist, welches dazu ausgelegt ist, das in die Auslassdüse (103) geführte strangförmige Gut (1) auf eine vorgegebene Temperatur zu erwärmen. 30
35
40
45
9. Wickelvorrichtung (100) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Erwärmungsmittel (102) so ausgebildet ist, dass die Temperatur am Auslass der Auslassdüse (103) auf eine Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Materials des strangförmigen Gutes (1) und wenigstens auf 50° C, bevorzugt wenigstens auf 120°C, eingestellt werden kann. 50
55
10. Wickelvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,

dass sie eine Temperatureinstellvorrichtung aufweist, die die Temperatur des strangförmigen Gutes (1) auf einen vorgegebenen Sollwert einstellt oder einregelt.

11. Wickelvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Erwärmungsmittel (102) eine Induktionsschleife und/oder eine das strangförmige Gut (1) bestromende Bestromungseinrichtung und/oder eine Heißgasvorrichtung ist.
12. Wickelvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass sie eine Temperaturerfassungseinrichtung (104) zur Messung der Temperatur des strangförmigen Gutes (1) aufweist.
13. Wickelvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 8 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Erwärmungsmittel (102) in Zuführrichtung (Z) des strangförmigen Gutes (1) zumindest vor der Auslassdüse (103) angeordnet.

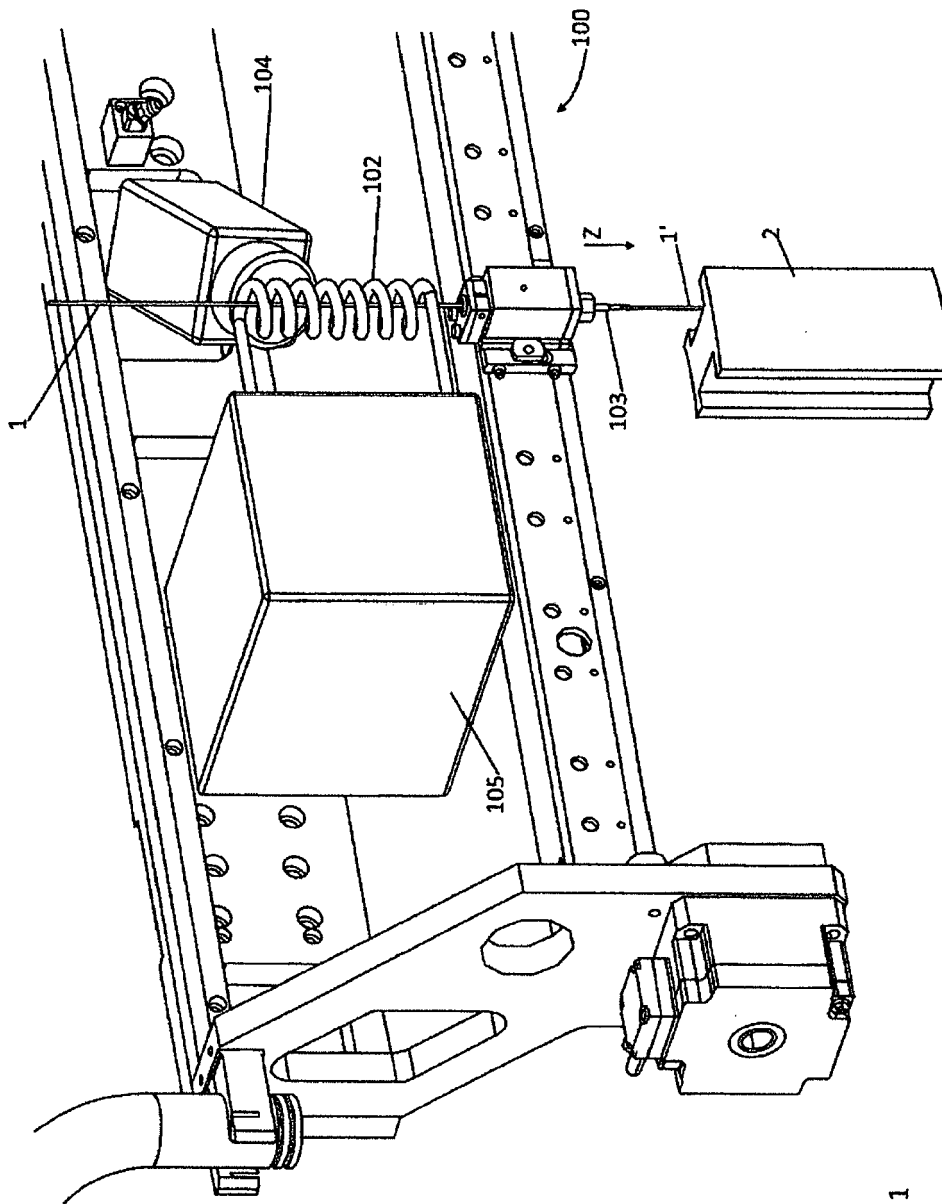


Fig. 1

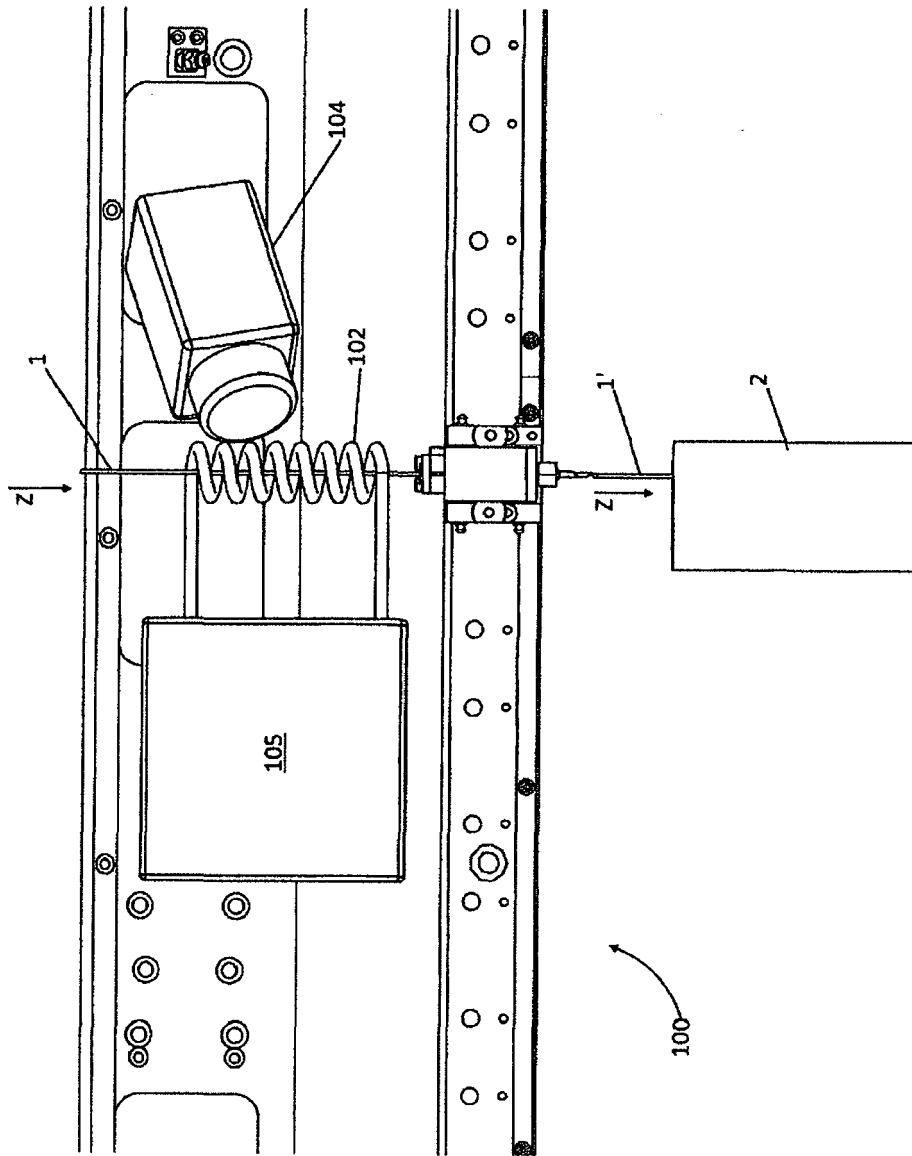


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 00 4356

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	FR 2 013 949 A1 (LICENTIA GMBH LICENTIA GMBH [DE]) 10. April 1970 (1970-04-10) * Zusammenfassung * * Seite 2, Zeile 13 - Zeile 29 * * Seite 2, Zeile 39 - Seite 3, Zeile 5 * * Abbildungen 1,2 *	1-13	INV. H01F41/06
X	FR 1 489 676 A (LICENTIA GMBH) 21. Juli 1967 (1967-07-21) * Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 19; Abbildung 1 *	1	
A	US 2013/223476 A1 (SIKORA HARALD [DE] ET AL) 29. August 2013 (2013-08-29) * Zusammenfassung; Abbildung 4 *	12	
A	WO 2004/049546 A1 (YASKAWA DENKI SEISAKUSHO KK [JP]; ABE TATSUO [JP]; YASUKAWA JUNICHI [J]) 10. Juni 2004 (2004-06-10) * Zusammenfassung; Abbildung 2a *	1-13	
A	US 5 584 438 A (JAGERSBERGER KURT [AT]) 17. Dezember 1996 (1996-12-17) * Anspruch 5 *	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F
A	DE 43 31 621 C1 (GRUNDIG EMV [DE]) 20. Oktober 1994 (1994-10-20) * Anspruch 5; Abbildungen 2d-2e *	1-13	
A	EP 1 555 735 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 20. Juli 2005 (2005-07-20) * Zusammenfassung; Abbildung 17 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Juni 2015	Prüfer Rouzier, Brice
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 : mündliche 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 00 4356

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.

03-06-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2013949 A1	10-04-1970	FR 2013949 A1	10-04-1970
		SE 347603 B	07-08-1972
FR 1489676 A	21-07-1967	KEINE	
US 2013223476 A1	29-08-2013	CN 103286935 A	11-09-2013
		DE 102012003724 A1	29-08-2013
		EP 2634663 A1	04-09-2013
		JP 2013178244 A	09-09-2013
		KR 20130098904 A	05-09-2013
		RU 2013107647 A	27-08-2014
		US 2013223476 A1	29-08-2013
WO 2004049546 A1	10-06-2004	JP 4310999 B2	12-08-2009
		JP 2004180367 A	24-06-2004
		TW 1237939 B	11-08-2005
		WO 2004049546 A1	10-06-2004
US 5584438 A	17-12-1996	AT 126386 T	15-08-1995
		AT 399613 B	26-06-1995
		CA 2123504 A1	27-05-1993
		DE 59203247 D1	14-09-1995
		EP 0612436 A1	31-08-1994
		US 5584438 A	17-12-1996
		WO 9310543 A1	27-05-1993
DE 4331621 C1	20-10-1994	AT 152855 T	15-05-1997
		DE 4331621 C1	20-10-1994
		EP 0719443 A1	03-07-1996
		JP H09502835 A	18-03-1997
		US 5715591 A	10-02-1998
		WO 9508178 A1	23-03-1995
EP 1555735 A1	20-07-2005	CN 1628405 A	15-06-2005
		EP 1555735 A1	20-07-2005
		JP 4347219 B2	21-10-2009
		KR 20050004296 A	12-01-2005
		US 2005218744 A1	06-10-2005
		WO 2004038893 A1	06-05-2004

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

- EP 2309626 A1 [0004]