

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
28. Juni 2012 (28.06.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/083472 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01L 5/04 (2006.01) **G01B 7/34** (2006.01)
B21B 38/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2011/000306

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Dezember 2011 (21.12.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
2145/10 22. Dezember 2010 (22.12.2010) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **KISTLER HOLDING AG** [CH/CH];
Eulachstrasse 22, CH-8408 Winterthur (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **THIEL, Rolf** [DE/CH];
Am Schützenweiher 11, CH-8400 Winterthur (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: FORCE SENSOR SYSTEM AND METHOD FOR MEASURING FORCES OF FILM STRIPS OR SHEET METAL STRIPS DURING ROLLING

(54) Bezeichnung : KRAFTSENSORSYSTEM UND VERFAHREN ZUR MESSUNG VON KRÄFTEN VON FOLIEN- ODER BLECHBÄNDERN BEIM WALZEN

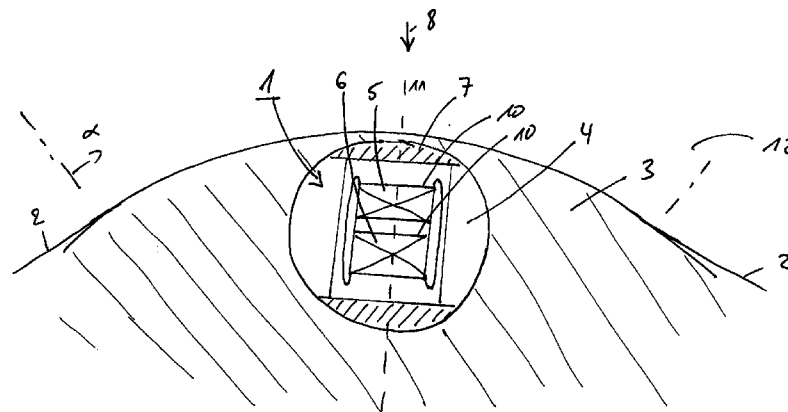


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a force sensor system (1) for measuring forces that are transferred from film strips or sheet metal strips (2) to a measuring roll (3) during rolling in roll stands, wherein the force sensor system can be inserted into a cylindrical hole (4) of a measuring roll (3) under preload (V). Such a force sensor system comprises a first force sensor (5) and a preloading device (7) for creating a preload (V) on the first force sensor (5), so that the first force sensor (5) can determine a force (F) acting radially on the measuring roll (3). According to the invention, the force sensor system comprises a second force sensor (6), which also can be placed under preload (V) by means of the preloading device (7), wherein the first force sensor (5) has a high sensitivity (E), which corresponds to the required measurement sensitivity (E) of the contact force (F) of the film strip or sheet metal strip (2), and the second force sensor (6) is a statically measuring force sensor.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft ein Kraftsensormesssystem (1) zur Messung von Kräften, welche von Folien- oder Blechbändern (2) beim Walzen in Walzgerüsten auf eine Messrolle (3) übertragen werden, wobei das Kraftsensormesssystem in eine zylindrische Bohrung (4) einer Messrolle (3) unter Vorspannung (V) eingesetzt werden kann. Ein solches Kraftsensormesssystem umfasst einen ersten Kraftsensor (5) sowie eine Vorspannvorrichtung (7) zum Erzeugen einer Vorspannung (V) auf den ersten Kraftsensor (5), sodass der erste Kraftsensor (5) eine radial auf die Messrolle (3) auftretende Kraft (F) ermitteln kann. Erfindungsgemäss umfasst das Kraftsensormesssystem einen zweiten Kraftsensor (6), welcher ebenfalls mittels der Vorspannvorrichtung (7) unter Vorspannung (V) gesetzt werden kann, wobei der erste Kraftsensor (5) eine hohe Empfindlichkeit (E) aufweist, welcher der erforderlichen Messempfindlichkeit (E) der Anpresskraft (F) des Folien- oder Blechbandes (2) entspricht, und der zweite Kraftsensor (6) ein statisch messender Kraftsensor ist.

KRAFTSENSORSYSTEM UND VERFAHREN ZUR MESSUNG VON KRÄFTEN VON FOLIEN- ODER BLECHBÄNDERN BEIM WALZEN

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Kraftsensormesssystem zur Messung von
5 Kräften, welche von Folien- oder Blechbändern beim Walzen in
Walzgerüsten auf eine Messrolle übertragen werden, wobei das
Kraftsensormesssystem in eine zylindrische Bohrung einer Messrolle
unter Vorspannung eingesetzt werden kann, umfassend einen
Kraftsensor sowie eine Vorspannvorrichtung zum Erzeugen einer
10 Vorspannung auf den Kraftsensor, sodass der Kraftsensor eine
radial auf die Messrolle auftretende Kraft ermitteln kann. Zu-
dem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Messen der Plan-
heit eines Folien- oder Blechbandes, während es in Walzgerüs-
ten gewalzt wird, mittels eines solchen Kraftsensormesssystems.

Stand der Technik

Kraftsensormesssysteme oben beschriebener Art werden beispielswei-
se bei der Ermittlung der Planheit von Bändern bei der Bear-
beitung in Bandprozesslinien oder Walzgerüsten eingesetzt.

Beim Kaltwalzen von Blechbändern oder Folienbändern verschie-
20 dener Art werden Messrollen eingesetzt, bei denen das Band mit
einem gewissen Umschlingungswinkel unter Zug über eine Mess-
rolle geführt wird, welche die Spannungsverteilung der Bänder
über die Breite mittels der in der Rolle integrierten Sensoren
ermittelt. Solche Messrollen verfügen in der Regel über eine
25 Vielzahl von Sensoren, welche mit hoher Vorlast in zur Rollen-
oberfläche offenen radialen Bohrungen der Messrolle angeordnet
sind, oder in achsparallelen Bohrungen dicht unter der Ober-
fläche der Messrolle positioniert sind.

Alternativ kann auch eine Spannhülse über die Rolle gespannt werden. In EP 0433535 wird ein Vorspannelement angegeben, welches mittels verstellbaren Keil die gewünschte Vorspannkraft erzeugt. Kennzeichnend für diese Kraftsensordsysteme ist, dass
5 die Vorspannkraft ein Vielfaches der zu messenden Kraft des Bandes beträgt.

Erwärmt sich die Messrolle von aussen durch das heisse Band, kann dadurch eine Deformation der Rollengeometrie der Messrolle hervorgerufen werden, was zu einer Veränderung der Vorspannung führt. Die Veränderung der Vorspannung hat zur Folge,
10 dass sich die Messempfindlichkeit der Sensoren verändert und dass die zuvor gemessenen Kalibrierwerte nicht mehr stimmen.

In der WO2004/065924 ist ein Vorspannelement für einen solchen Kraftsensor beschrieben, in der WO03/061856 sind ebenfalls die
15 Vorspannvorrichtungen sowie die Einbauart beschrieben.

Darstellung der Erfindung

In vielen Anwendungen entstehen im Betrieb grosse Temperaturdifferenzen in dem Messsystem, die eine Änderung der Vorlast der vorgespannten Sensoren erzeugen. Abhängig von der Ausführungsform des Systems zur Vorlasterzeugung resultiert aus der
20 veränderten Vorlast eine mehr oder weniger starke Veränderung der zuvor bestimmten Kalibrierwerte. Diese Kalibrierwerte beschreiben die Empfindlichkeit des eingebauten Sensors im Kraftnebenschluss, wie er beispielsweise in einer Messrolle
25 vorhanden ist.

Um eine hohe Messauflösung zu erreichen, besitzt der Ladungsverstärker, an dem die piezoelektrischen Kraftmesssensoren angeschlossen sind, eine hohe Verstärkung. Die Kraftmessung mit piezoelektrischen Sensoren hat die Eigenschaft, dass eine

Kraftmessung mit hoher Auflösung trotz hoher Vorlast möglich ist, indem zu Beginn der Messung am Ladungsverstärker ein Reset durchgeführt wird. Dieser Reset hat zur Folge, dass die piezoelektrische Ladung des Sensors, die bei der Vorlast oder
5 Vorspannkraft erzeugt wurde, elektrisch auf Null gesetzt wird und demzufolge die Information über die Höhe der Vorlast nicht mehr vorhanden ist. Ein ähnlicher Effekt tritt auf, wenn der Ladungsverstärker während einer Messung aus- und wieder eingeschaltet wird.

- 10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Kraftsensormesssystem eingangs beschriebener Art zu beschreiben, welches erlaubt, trotz grosser Änderungen der Temperatur stets korrekte Kraftmessungen durchführen zu können. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein Verfahren anzugeben, wie solch korrekte
15 Kraftmessungen durchzuführen sind.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Kennzeichen der unabhängigen Ansprüche.

- Die der Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, dass das Kraftsensormesssystem eingangs beschriebener Art zusätzlich
20 zum bereits beschriebenen ersten Kraftsensor einen zweiten Kraftsensor umfasst, welcher ebenfalls mittels der Vorspannvorrichtung unter Vorspannung gesetzt werden kann. Erfindungsgemäss weist der erste Kraftsensor eine hohe Empfindlichkeit auf, welcher der erforderlichen Messempfindlichkeit der An-
25 presskraft durch das Folien- oder Blechbandes entspricht, und der zweite Kraftsensor ist ein statisch messender Kraftsensor.

Die Kennlinie der Empfindlichkeit im Kraftnebenschluss des ersten Kraftsensors in Abhängigkeit der Vorspannung ist dazu vorab bekannt.

Im erfindungsgemässen Verfahren erfolgt die Messung der beiden Kraftsensoren vorzugsweise nicht gleichzeitig sondern nacheinander in derart, dass der erste Sensor die eigentlich zu messende Kraft misst und der zweite Sensor die Vorspannung unmittelbar vor oder nach der Einwirkung dieser Kraft. Dies ist hilfreich, um die Überlagerung der zu messenden Kraft auf den zweiten Sensor zu vermeiden. Alternativ wäre auch möglich, das Signal des zweiten Sensors um den Wert der Kraft des ersten Sensors zu korrigieren. Aus dem Vorspannsignal des zweiten Kraftsensors wird, mittels der bekannten Kennlinie, schliesslich die aktuelle Empfindlichkeit des ersten Kraftsensors bestimmt. Auf Grund dieser aktuell ermittelten Empfindlichkeit wird schliesslich das erfasste Kraftsignal ausgewertet.

Ein entscheidender Vorteil dieses Verfahrens ist auch, dass auf Grund des erfindungsgemässen Verfahrens festgestellt werden kann, wenn die Vorspannung einen erforderlichen Grenzwert über- oder unterschritten hat, sodass die Kraftsignale nicht mehr sinnvoll ausgewertet werden können.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden wird die Erfindung unter Beizug der Zeichnungen näher erklärt. Es zeigen

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Messrolle mit einem darüber laufenden Blechband oder Folienband;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer Messrolle mit Kraftmesssensoren oder Kraftmesssystemen in dafür eingerichteten Bohrungen;

Fig. 3 ein erfindungsgemässes Kraftmesssystem in einer Bohrung im Längsschnitt;

- Fig. 4 ein erfindungsgemässes Kraftmesssystem in einer Bohrung im Längsschnitt in einer bevorzugten Ausführungsform;
- Fig. 5 ein erfindungsgemässes Kraftmesssystem in einer Bohrung einer Messrolle im Querschnitt;
- Fig. 6 Kennlinie der Empfindlichkeit des ersten Kraftsensors in Abhängigkeit der Vorspannung;
- Fig. 7 Zeitabhängige Signale beider Kraftsensoren sowie der Winkelstellung der Messrolle;
- Fig. 8 Kraftsensormesssystem;
- Fig. 9 Messsignale des ersten (F1) und des (F2) Kraftsensors.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Die Bezugszeichen wurden in allen Zeichnungen beibehalten.

- In Fig. 1 ist ein Blech- oder Folienband 2 dargestellt, welches über eine sich mitdrehende Messrolle 3 läuft. Das Band 2 umschliesst dabei einen gewissen Winkelsektor α der Messrolle 3 und bewirkt in diesem Segment eine radial auf die Messrolle 3 wirkende Kraft F , dargestellt in Pfeilen. Durch die über die Breite der Messrolle 3 verteilt eingebauten Sensoren kann ein Kraftprofil 9 erstellt werden, welches auf die Planheit des Bandes 2 schliessen lässt.

- In Fig. 2 ist eine solche Messrolle 3 nochmals ohne Band 2 dargestellt. Sie umfasst in der Regel mehrere Bohrungen 4, welche dicht unter der Oberfläche der Messrolle 3 angeordnet sind. Diese Bohrungen 4 sind über ihre gesamte Länge mit

Kraftmesssensoren 5 bestückt, welche geeignet sind, die Kraft F vom Band 2 auf die Messrolle 3 in der erforderlichen Empfindlichkeit zu messen. Vorzugsweise werden dafür piezoelektrische Messsensoren 5 verwendet. Diese müssen unter hoher Vorspannung eingebaut werden, damit sie zuverlässig messen können.

Die Erwärmung oder Abkühlung der Messrolle 3 durch das Band 2 führt zu einer Ausdehnung der Messrolle 3 an der Oberfläche. Dies führt zu einer Veränderung der Vorspannung V , die wiederum eine Veränderung des Kraftnebenschlusses am Kraftsensor hervorruft. Da die Empfindlichkeit des Kraftsensors 5 von der jeweils vorherrschenden Kraftnebenschluss abhängig ist, verändern sich mit der Zeit die Kalibrierwerte des ersten Kraftsensors 5.

15 In Fig. 6 ist ein Beispiel der Vorspannung V in Abhängigkeit der Temperatur T der Messrolle 3 angegeben. Im selben Diagramm ist auch die Empfindlichkeit E bei der jeweiligen Vorspannung V angegeben. Entspricht die Vorspannung zwischen V_0 bis V_1 der Situation bei der Kalibrierung, dann ist der aktuelle Empfindlichkeit E entsprechend der Messung bei der Kalibrierung. In vielen Fällen wird die Kalibrierung in der Situation durchgeführt, bei der die Messrolle 3 Raumtemperatur besitzt. Die Anwendung der Messrolle 3 erfolgt aber bei stark schwankenden Temperaturen mit der Folge, dass die aktuelle Empfindlichkeit
20 E von dem Wert der Kalibrierung abweicht.

Auf Grund der jeweils herrschenden Empfindlichkeiten E lassen sich schliesslich die Kalibrierwerte ermitteln, welche für die Auswertung der Messdaten erforderlich sind.

Um die jeweils vorherrschende Vorspannung ermitteln zu können,
30 wird erfindungsgemäss ein zweiter Kraftsensor 6 zusammen mit dem ersten Kraftsensor 5 in einem Kraftsensormodul 1 integ-

riert. Dieser zweite Kraftsensor 6 soll erfindungsgemäss ein statisch messender Kraftsensor sein, der Kräfte über lange Zeiten zuverlässig messen kann. Erfindungsgemäss ist der zweite Sensor 6 ein resistiver, optischer oder resonanter Sensor.
5 Insbesondere kann dies ein DMS Sensor sein.

Zwei solche Beispiele von erfindungsgemässen Kraftsensorensystemen 1 sind in den Figuren 3 und 4 angegeben.

In Fig. 3 sind die beiden Kraftsensoren 5, 6 nebeneinander angeordnet, bezogen auf die Achse 11 der Bohrung 4 resp. der
10 Messrolle 3. Eine Vorspannvorrichtung 7 versetzt beide Kraftsensoren 5, 6 unter dieselbe Vorspannung.

In Fig. 4 sind die beiden Kraftsensoren 5, 6 übereinander angeordnet, bezogen auf die Krafteinleitungsrichtung 8, welche jeweils radial auf die Messrolle 3 wirkt. Eine Vorspannvorrichtung 7 versetzt auch hier beide Kraftsensoren 5, 6 unter
15 dieselbe Vorspannung. Der Vorteil dieser Anordnung gegenüber der Anordnung in Fig. 3 ist, dass beide Kraftsensoren 5, 6 im selben Kraftfluss F liegen, sie sind somit in Serie eingebaut. So ist stets gewährleistet, dass die Vorspannung auf beiden
20 Kraftsensoren 5, 6 identisch ist.

Die Kraftsensoren 5, 6 sind vorzugsweise beide als zylindrische Scheiben mit gleicher Grundfläche 10 ausgestaltet, wobei ihre Achsen 11 co-axial und radial zur Messrolle 3 angeordnet sind.

25 Dies vereinfacht die Umrechnung und verhindert ein Einschleichen weiterer Fehler ins System.

Fig. 5 zeigt die Anordnung von Fig. 4 im Querschnitt. Als Vorspannelement kann eines nach dem Stand der Technik verwendet werden, wie beispielsweise in der WO2004/065924 beschrieben.
30 In den vorliegenden Figuren wird nicht detailliert auf die Art

der Vorspannung eingegangen. Es wird nur vermerkt, dass es unerlässlich ist, jedes einzelne Kraftsensormesssystem 1, das in jede Bohrung 4 der Messrolle 3 eingebaut ist, mit genügend grosser Vorspannung zu versehen. Da jede Bohrung 4 mit einer Vielzahl von solcher Kraftsensormesssysteme 1 bestückt werden muss, ist die Art der Anbringung der Vorspannung somit nicht unerheblich.

Zur Durchführung der Messung werden beide Signale beider Kraftsensoren 5, 6 ermittelt. Fig. 7 zeigt diese zeitabhängigen Signale F_1 , F_2 des ersten und des zweiten Sensors 5, 6 in den beiden oberen Diagrammen. Zwischen den ersten zwei Signalen und dem letzten dargestellten Signal vergeht relativ viel Zeit, in der die Temperatur T der Messrolle 3 stark schwankt. Die Vorspannung V verhält sich dementsprechend, zuerst fallend, dann ansteigend. Das untere Diagramm zeigt die Winkelstellung α in Abhängigkeit der Zeit. Diese muss nicht extra ermittelt werden, aus Gründen der Anschaulichkeit ist diese hier aber mit dargestellt.

Die obere Kurve zeigt das Messsignal F_1 des ersten Kraftsensors 5, welches die Kraft des Bandes 2 auf die Messrolle 3 darstellt, während das Kraftsensormesssystem 1 im Winkelsegment $d\alpha$ des Umschlingungswinkels 12 des Bandes 2 ist. Da dieser Kraftsensor 5 hochempfindlich sein muss, ist er vorzugsweise ein piezoelektrischer Kraftsensor. Dieser muss nach jeder Umdrehung mit einem Reset wieder auf null zurückgesetzt werden, wie aus der Grafik hervorgeht.

Die mittlere Kurve zeigt das Messsignal F_2 des zweiten Kraftsensors 6, dessen Empfindlichkeit um beispielsweise das hundertfache geringer ist als die des ersten Kraftsensors 5. Von diesem Signal wird nun die Vorspannkraft V entnommen. Dies ist die Kraft, die vorherrscht, während das Kraftsensormesssystem 1

ausserhalb des Winkelsegments α des Umschlingungswinkels 12 des Bandes 2 ist. Dieser jeweils konstante Wert ist die Vorspannkraft V .

Auf Grund der vorgängig ermittelten Kennlinie der Empfindlichkeit E des ersten Kraftsensors 5 in Abhängigkeit der Vorspannung V wird nun mittels der aktuell ermittelten Vorspannkraft des zweiten Kraftsensors 6 die aktuelle Empfindlichkeit E des ersten Kraftsensors 5 ermittelt. Das erfasste Kraftsignal kann nun in einer nicht dargestellten Auswerteeinheit auf Grund der aktuellen, ermittelten Empfindlichkeit E mit den richtigen Kalibrierwerten ausgewertet werden. Die Winkelstellung α der Messrolle 3 kann dazu entweder separat ermittelt werden oder sie kann aus dem Messsignal des zweiten Sensors 6 entnommen werden.

Insbesondere kann das Kraftsensormodul 1 ein einziger Sensor sein, in dem die beiden Sensoren 5, 6 integriert sind. So kann der erste Sensor 5 auch ein dynamischer Kraftsensor und der zweite Sensor 6 ein Aktuator sein.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass ein solches erfindungsgemässes Kraftsensormodul 1, wie es in Fig. 4 eingebaut oder in Fig. 8 als solcher dargestellt ist, auch für andere Anwendungen eingesetzt werden kann. Der statisch messende Sensor 6 kann dann jeweils die zur Zeit der Messung vorherrschende Vorlast messen, welche sich aus der Vorspannung v auf das Kraftsensormodul 1 und einer zusätzlich statisch wirkenden Last zusammensetzen. Diese statische Last kann durch den Einbau in einem Bauteil 3 entstehen oder durch eine andere statische Last, die auf die Stelle des Kraftsensormoduls 1 wirkt. Ein Beispiel eines entsprechenden statischen Signals F_2 ist in Fig. 9 dargestellt. Die Messzeiten bei solchen Anwendungen sind in der Regel sehr lang, es wird bei-

spielsweise über Monate oder Jahre gemessen. Das dynamische Signal F1, das diesem statischen Signal F2 überlagert ist, ist ebenfalls in Fig. 9 dargestellt. Es wird mit dem zweiten Kraftsensor 6 zwar mitgemessen, doch da die Amplitude der F1 etwa um 6 Grössenordnungen geringer ist (10^6), ist das dynamische Signal F1 dem statischen Signal F2 nicht zu entnehmen.

Anwendungen sind insbesondere überall dort, wo das Kraftsensormesssystem 1 über längere Zeit oder gar niemals mehr nicht erreicht werden kann, wie beispielsweise in Tauchbojen, Wetterstationen, Satelliten, Kernreaktoren, um nur eine kleine Auswahl anzugeben.

Das statische Signal F2, gemessen mit dem zweiten, statischen Sensor 6, kann insbesondere dafür verwendet werden, die Güte des dynamischen Signals F1, gemessen mit dem dynamischen, ersten Sensor 5, zu überprüfen. Sollte die Vorspannung V oder Vorlast, also die statische Last F2 unter einen kritischen Wert fallen, in dem die Empfindlichkeit E des ersten, dynamischen Sensors 5 nicht mehr im linearen Verhältnis zur Vorspannung V steht, so können die Messdaten des ersten Kraftsensors 5 noch anhand der bekannten Kennlinie mit korrigierten Referenzwerten ausgewertet werden. Sollte die Vorlast F2 aber zu stark sinken, so kann erkannt werden, dass die vom ersten Kraftsensor 5 gelieferten Daten nicht mehr verwertbar sind. Zu einem späteren Zeitpunkt, wenn F2 wieder höhere Werte liefert, kann erkannt werden, dass die Signale F1 wieder verwertet werden können.

Das in den Patentansprüchen beanspruchte Kraftsensormesssystem 1 kann daher erfindungsgemäss auch für andre Anwendungen als in der Folien- und Blechverarbeitung verwendet und in beliebigen Bauteilen 3 eingebaut werden. Die Vorspannvorrichtung kann durch das Bauteil aufgebracht werden.

Bezugszeichenliste

1	Kraftsensormsystem
2	Band, Folien-, Blechband
3	Messrolle, Bauteil
5	4 Bohrung, zylindrisch
5	Erster Kraftsensor, piezoelektrischer Kraftsensor
6	Zweiter Kraftsensor, resistiver, optischer oder resonan- ter Kraftsensor
7	Vorspannvorrichtung
10	8 Krafteinleitungsrichtung auf die Messrolle
9	Kraftprofil
10	Grundfläche
11	Achsen
12	Umschlingungswinkel des Bandes
15	α Winkelstellung der Messrolle
	E Empfindlichkeit
	V Vorspannkraft, Vorspannung
	F Kraft
	T Temperatur der Messrolle
20	t Zeit

Patentansprüche

1. Kraftsensormesssystem zur Messung von Kräften, welche von Fo-
lien- oder Blechbändern (2) beim Walzen in Walzgerüsten
5 auf eine Messrolle (3) übertragen werden, wobei das Kraft-
sensormesssystem in eine zylindrische Bohrung (4) einer Mess-
rolle (3) unter Vorspannung (V) eingesetzt werden kann,
umfassend einen ersten Kraftsensor (5) sowie eine Vor-
spannvorrichtung (7) zum Erzeugen einer Vorspannung (V)
10 auf den ersten Kraftsensor (5), sodass der erste Kraftsen-
sor (5) eine radial auf die Messrolle (3) auftretende
Kraft (F) ermitteln kann, dadurch gekennzeichnet, dass das
Kraftsensormesssystem einen zweiten Kraftsensor (6) umfasst,
welcher ebenfalls mittels der Vorspannvorrichtung (7) un-
15 ter Vorspannung (V) gesetzt werden kann, wobei der erste
Kraftsensor (5) eine hohe Empfindlichkeit (E) aufweist,
welcher der erforderlichen Messempfindlichkeit der An-
presskraft (F) des Folien- oder Blechbandes (2) ent-
spricht, und der zweite Kraftsensor (6) ein statisch mes-
20 sender Kraftsensor ist.
2. Kraftsensormesssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Kraftsensor (5) ein piezoelektrischer
Kraftsensor ist.
3. Kraftsensormesssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
25 zeichnet, dass der zweite Kraftsensor (6) ein resistiver,
optischer oder resonanter Kraftsensor ist.
4. Kraftsensormesssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass beide Kraftsensoren (5, 6) in
Serie im Vorspannelement (7) eingebaut sind.

5. Kraftsensormesssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass beide Kraftsensoren (5, 6) als zylindrische Scheiben mit gleicher Grundfläche (10) ausgestaltet sind, wobei ihre Achsen (11) co-axial und radial zur Messrolle (3) angeordnet sind.
6. Verfahren zum Messen von Kräften, welche von Folien- oder Blechbändern (2) beim Walzen in Walzgerüsten auf eine Messrolle (3) übertragen werden, mittels eines Kraftsensormesssystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das in einer zylindrischen Bohrung (4) der Messrolle (3) unter Vorspannung (V) eingesetzt ist, wobei eine Kennlinie der Empfindlichkeit (E) des ersten Kraftsensors (5) in Abhängigkeit der Vorspannung (V) bekannt ist, dadurch gekennzeichnet,
- a) dass das Kraftsignal des ersten Kraftsensors (5) erfasst wird, während sich die Lage des Kraftsensormesssystems innerhalb des Umschlingungswinkels 12 ($d\alpha$) des Bandes (2) befindet,
- b) dass das Vorspannsignal des zweiten Kraftsensors (6) erfasst wird, während sich die Lage des Kraftsensormesssystems ausserhalb des Umschlingungswinkels (12) ($d\alpha$) des Bandes (2) befindet,
- c) dass aus dem Vorspannsignal des zweiten Kraftsensors (6) mittels der bekannten Kennlinie die aktuelle Empfindlichkeit (E) des ersten Kraftsensors (5) bestimmt wird,
- d) und dass das erfasste Kraftsignal auf Grund der aktuellen, ermittelten Empfindlichkeit (E) ausgewertet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich die Winkelstellung (α) der Messrolle (3) erfasst wird.

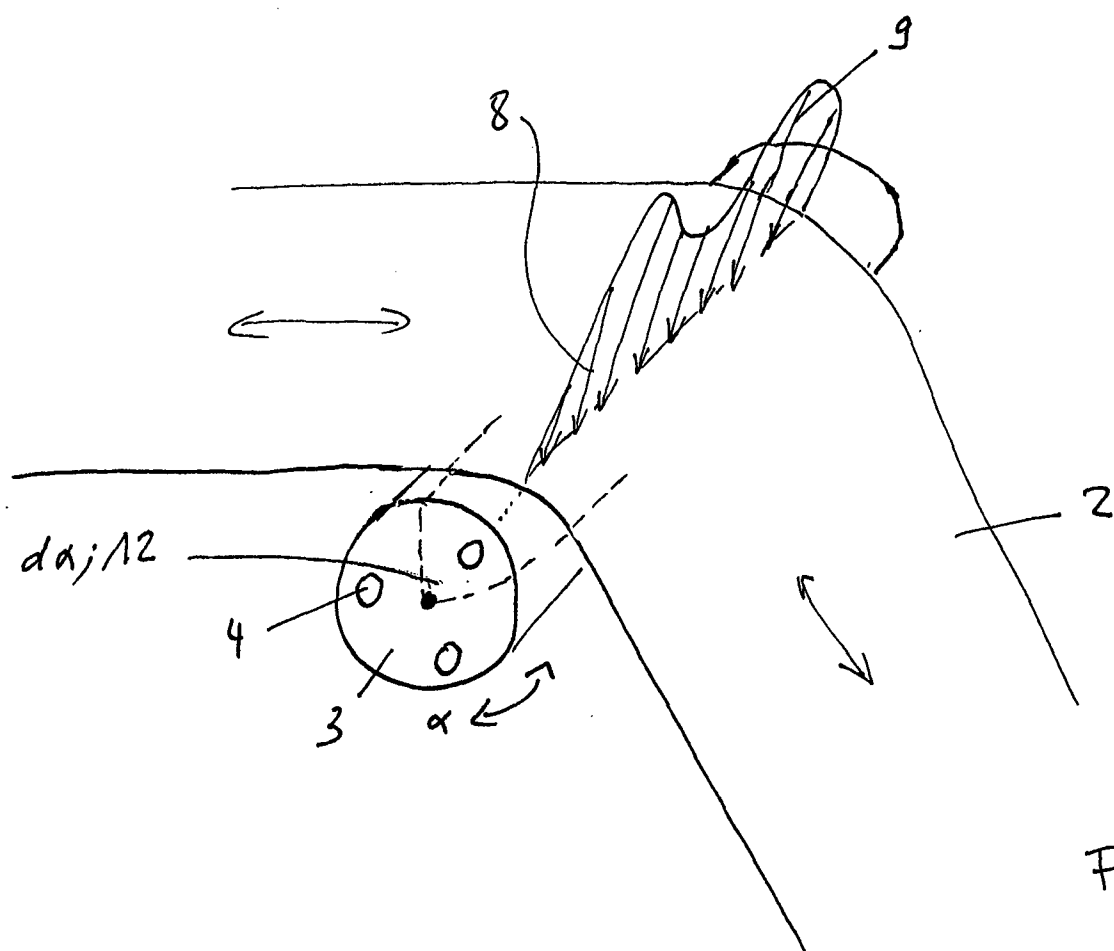


Fig. 1

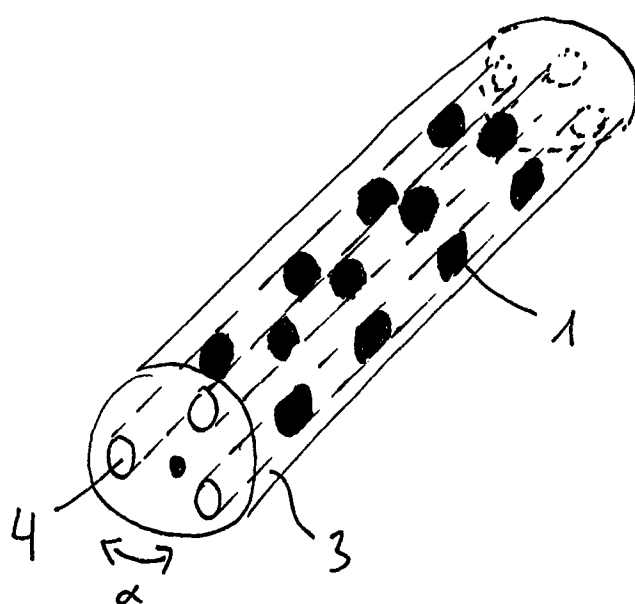


Fig. 2

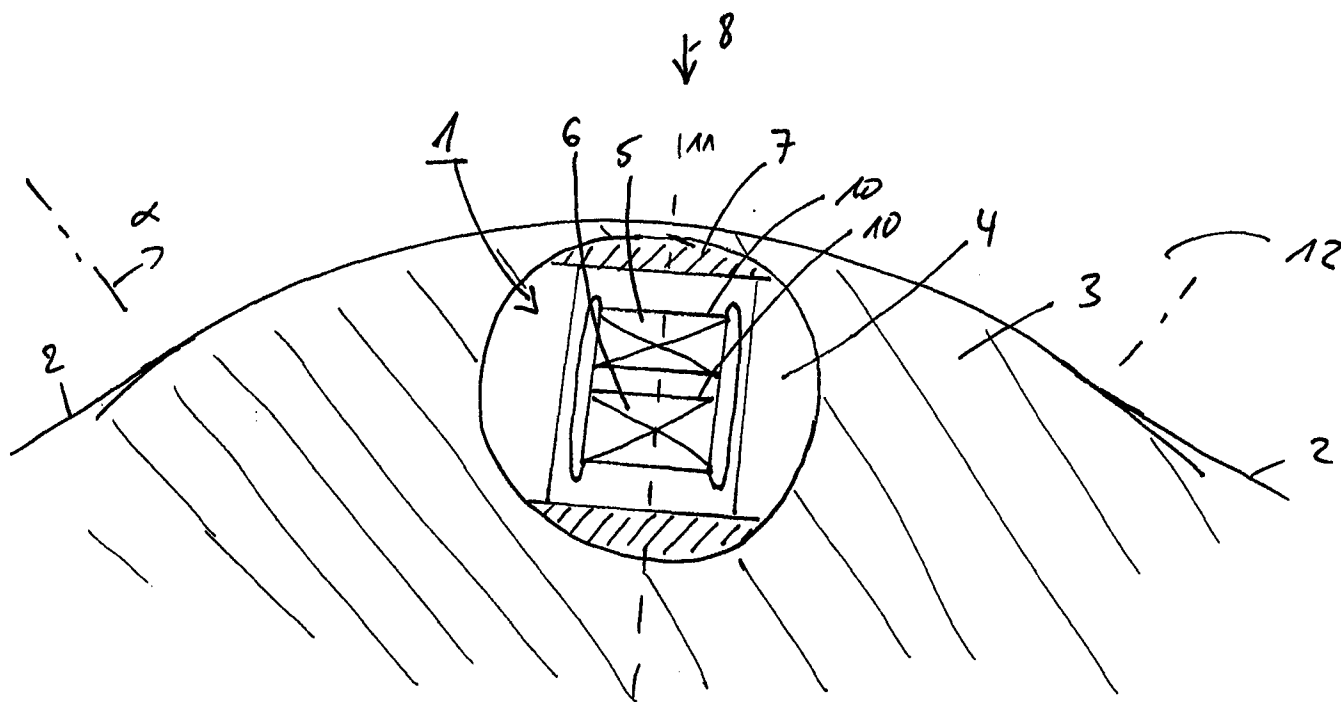
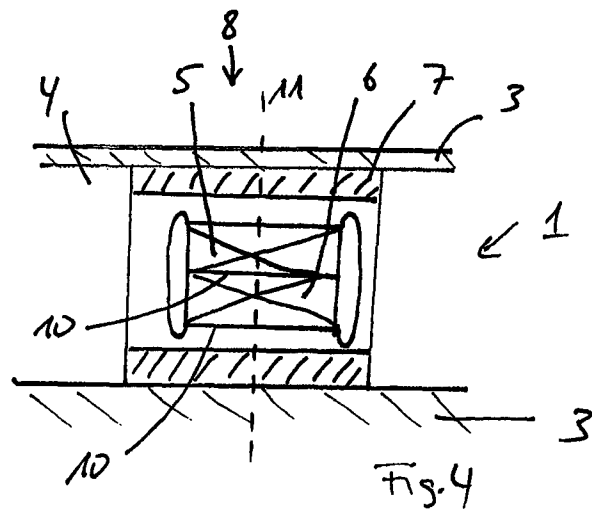
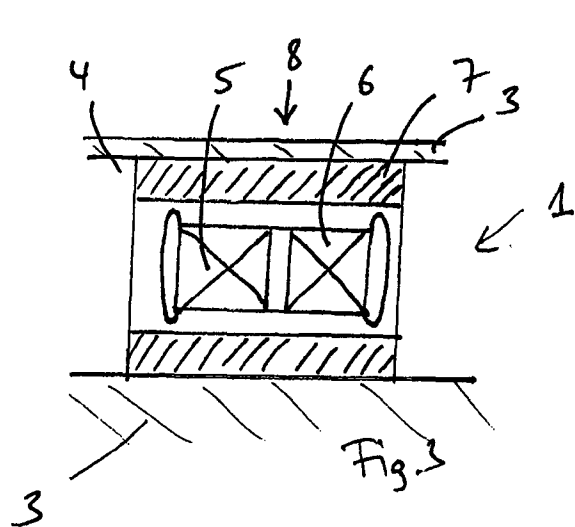


Fig. 5

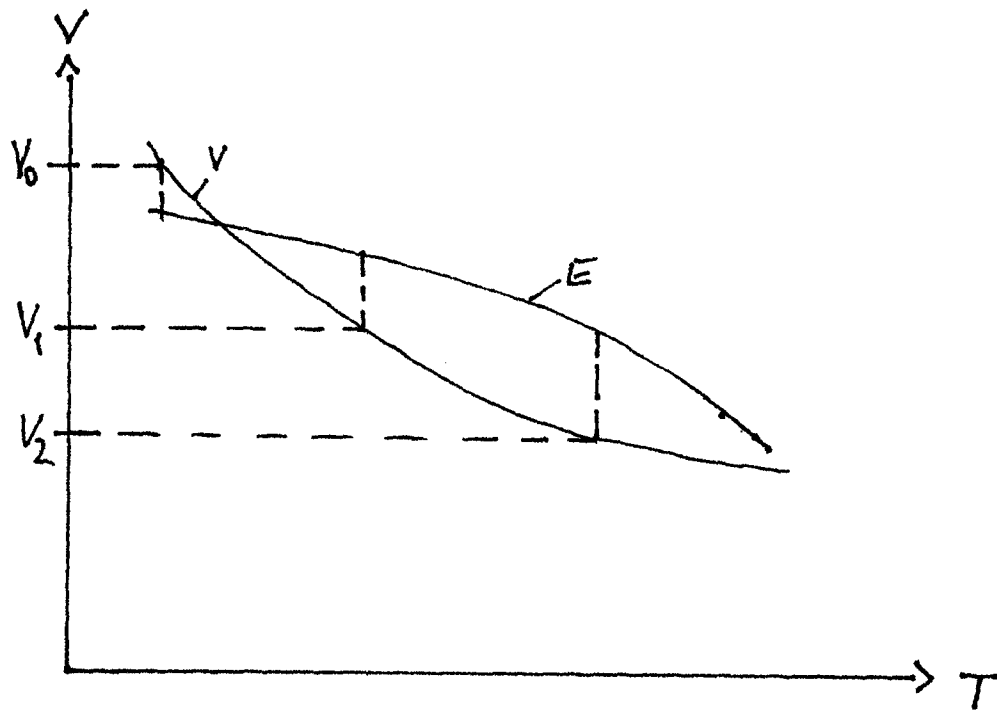


Fig. 6

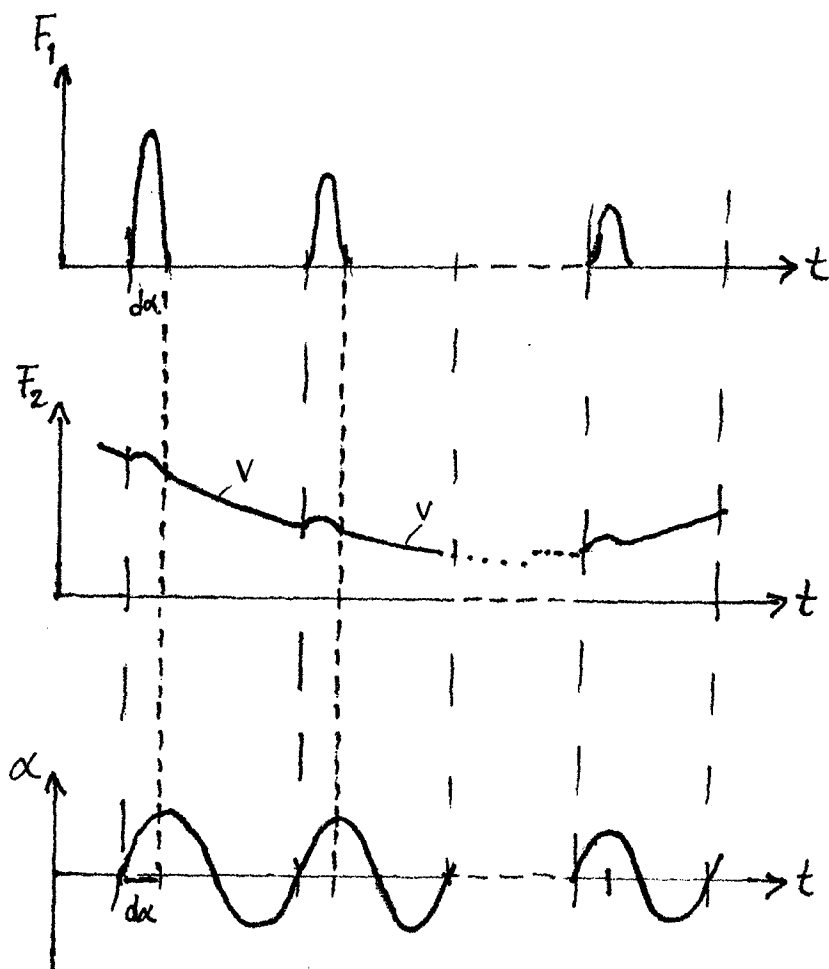


Fig. 7

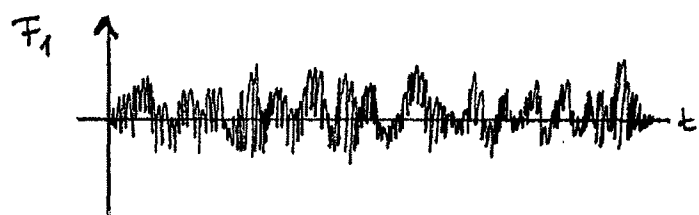
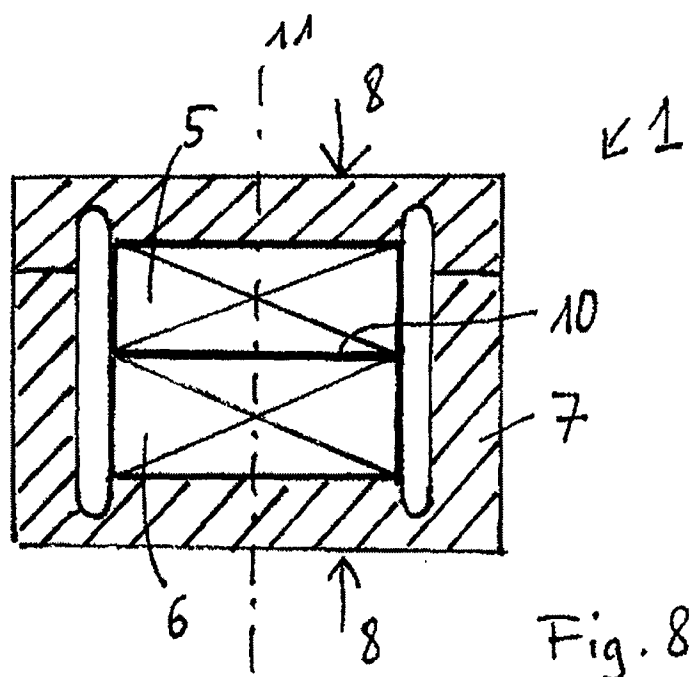
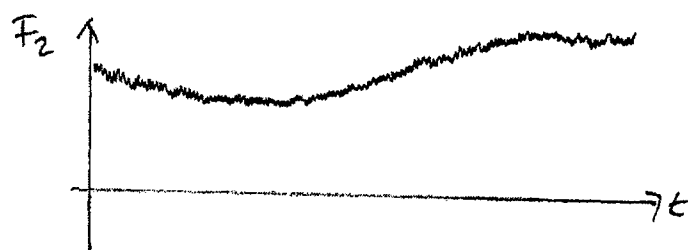


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CH2011/000306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G01L5/04 B21B38/02 G01B7/34 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01L B21B G01B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2004/065924 A1 (KISTLER HOLDING AG [CH]; TSCHANZ PETER [CH]) 5 August 2004 (2004-08-05) cited in the application abstract page 2 page 4 - page 5 page 8 - page 9 figures 1,2,6-8	1-7
A	----- EP 1 048 370 A2 (BFI VDEH INST FUER ANGEWANDTE [DE]) 2 November 2000 (2000-11-02) abstract paragraph [0001] paragraph [0008] - paragraph [0009] paragraph [0018] - paragraph [0019] figures 3,6,7 ----- <div style="text-align: right;">-/-</div>	1-7
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. </div>		
* Special categories of cited documents : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
6 February 2012	21/02/2012	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Hallböck, Ann-Sofie	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CH2011/000306

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 722 194 B2 (MALARD THIERRY [FR] ET AL) 20 April 2004 (2004-04-20) abstract figures 1-7 column 3, line 38 - column 7, line 65 -----	1-7
A	US 4 024 755 A (QUEHEN ANDRE) 24 May 1977 (1977-05-24) abstract figures 1,2,4,8 column 1, line 6 - line 15 column 1, line 54 - column 3, line 25 column 4, line 58 - column 6, line 19 -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CH2011/000306

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004065924	A1	05-08-2004	AT 539334 T 15-01-2012
		EP 1583941 A1 12-10-2005	
		JP 2006515427 A 25-05-2006	
		US 2006213277 A1 28-09-2006	
		WO 2004065924 A1 05-08-2004	

EP 1048370	A2	02-11-2000	DE 19918699 A1 02-11-2000
		EP 1048370 A2 02-11-2000	
		JP 2000337868 A 08-12-2000	
		US 6354013 B1 12-03-2002	

US 6722194	B2	20-04-2004	AT 276505 T 15-10-2004
		CN 1388354 A 01-01-2003	
		DE 60201206 D1 21-10-2004	
		DE 60201206 T2 22-09-2005	
		EP 1249683 A2 16-10-2002	
		ES 2225737 T3 16-03-2005	
		FR 2823300 A1 11-10-2002	
		TW I241928 B 21-10-2005	
		US 2002178840 A1 05-12-2002	

US 4024755	A	24-05-1977	CA 1040463 A1 17-10-1978
		DE 2626312 A1 23-12-1976	
		FR 2314471 A1 07-01-1977	
		FR 2350577 A2 02-12-1977	
		GB 1531776 A 08-11-1978	
		JP 52007268 A 20-01-1977	
		SE 7606670 A 14-12-1976	
		US 4024755 A 24-05-1977	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01L5/04 B21B38/02 G01B7/34 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01L B21B G01B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2004/065924 A1 (KISTLER HOLDING AG [CH]; TSCHANZ PETER [CH]) 5. August 2004 (2004-08-05) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Seite 2 Seite 4 - Seite 5 Seite 8 - Seite 9 Abbildungen 1,2,6-8 -----	1-7
A	EP 1 048 370 A2 (BFI VDEH INST FUER ANGEWANDTE [DE]) 2. November 2000 (2000-11-02) Zusammenfassung Absatz [0001] Absatz [0008] - Absatz [0009] Absatz [0018] - Absatz [0019] Abbildungen 3,6,7 ----- <div style="text-align: right;">-/-</div>	1-7
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. Februar 2012		21/02/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hallböck, Ann-Sofie

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 722 194 B2 (MALARD THIERRY [FR] ET AL) 20. April 2004 (2004-04-20) Zusammenfassung Abbildungen 1-7 Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 7, Zeile 65 -----	1-7
A	US 4 024 755 A (QUEHEN ANDRE) 24. Mai 1977 (1977-05-24) Zusammenfassung Abbildungen 1,2,4,8 Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 15 Spalte 1, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 25 Spalte 4, Zeile 58 - Spalte 6, Zeile 19 -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2011/000306

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2004065924 A1	05-08-2004	AT 539334 T	15-01-2012
		EP 1583941 A1	12-10-2005
		JP 2006515427 A	25-05-2006
		US 2006213277 A1	28-09-2006
		WO 2004065924 A1	05-08-2004
EP 1048370 A2	02-11-2000	DE 19918699 A1	02-11-2000
		EP 1048370 A2	02-11-2000
		JP 2000337868 A	08-12-2000
		US 6354013 B1	12-03-2002
US 6722194 B2	20-04-2004	AT 276505 T	15-10-2004
		CN 1388354 A	01-01-2003
		DE 60201206 D1	21-10-2004
		DE 60201206 T2	22-09-2005
		EP 1249683 A2	16-10-2002
		ES 2225737 T3	16-03-2005
		FR 2823300 A1	11-10-2002
		TW I241928 B	21-10-2005
		US 2002178840 A1	05-12-2002
US 4024755 A	24-05-1977	CA 1040463 A1	17-10-1978
		DE 2626312 A1	23-12-1976
		FR 2314471 A1	07-01-1977
		FR 2350577 A2	02-12-1977
		GB 1531776 A	08-11-1978
		JP 52007268 A	20-01-1977
		SE 7606670 A	14-12-1976
		US 4024755 A	24-05-1977