

(19)



(11)

EP 3 031 968 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.09.2017 Patentblatt 2017/37

(51) Int Cl.:
D04H 18/02 (2012.01)

(21) Anmeldenummer: **15002896.7**

(22) Anmeldetag: **09.10.2015**

(54) **VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER NADELMASCHINE**

METHOD FOR CONTROLLING A NEEDLE MACHINE

PROCEDE DE COMMANDE D'UNE AIGUILLEUSE

(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**

(30) Priorität: **11.12.2014 DE 102014118385**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.06.2016 Patentblatt 2016/24

(73) Patentinhaber: **Trützschler GmbH & Co. KG
41199 Mönchengladbach (DE)**

(72) Erfinder: **Korn, Hans Joachim
48249 Dülmen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-96/23096 WO-A1-02/068747
JP-A- H08 260 332**

EP 3 031 968 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Nadelmaschine, die zur Nadelbearbeitung eines Faservlieses eine Nadeleinheit mit einer Vielzahl von Nadeln aufweist, wobei die Nadeleinheit eine Hubbewegung über dem Faservlies ausführt, sodass die Nadeln oszillierend in das Faservlies einfahren und aus diesem wieder herausfahren, und wobei die Nadelmaschine wenigstens eine Abzugswalze aufweist, die in Bezug auf eine Transportbewegung des Faservlieses der Nadeleinheit nachgelagert ist und eine Abzugskraft in das Faservlies einleitet, wofür eine Antriebseinheit zum rotierenden Antrieb der Abzugswalze vorgesehen ist und die mittels einer Steuereinheit angesteuert wird. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Nadelmaschine zur Ausführung des Verfahrens und auf eine Steuereinheit für eine solche Nadelmaschine.

[0002] Die WO02/068747 A1 beschreibt ein Vernadelungsverfahren für Platten oder Hülsen aus Carbon- oder Keramikfasern, bei der das zu verarbeitende Werkstück beim Eintauchen der Nadeln in der Vorschubgeschwindigkeit auf Null reduziert und dann wieder beschleunigt wird. Eine kontinuierliche Produktion einer Textilbahn mit davor und dahinter angeordneten Produktionsanlagen ist damit nicht möglich.

[0003] Die DE 696 03 706 T2 beschreibt ein gattungsbildendes Verfahren zur Steuerung einer Nadelmaschine, und es wird vorgeschlagen, die Abzugsgeschwindigkeit der Transportbewegung des Faservlieses über zwei Abzugswalzen so vorzusehen, dass diese mit der periodischen Hubbewegung der Nadeleinheit über dem Faservlies synchronisiert ist. Tauchen die Nadeln in einer Eintauchperiode in das Faservlies ein, so wird die Drehzahl der Abzugswalzen reduziert und fährt die Nadeleinheit mit den Nadeln aus dem Faservlies wieder heraus, so wird die Drehzahl der Abzugswalzen erhöht. Die Änderung der Drehzahl der Abzugswalzen soll dabei synchron zur Hubposition der Nadeleinheit erfolgen. Das Minimum der Drehzahl der Abzugswalzen kann dabei der Position der Nadeleinheit im unteren Totpunkt vor- oder nachfolgen. Die Änderung der Drehzahl erfolgt durch die meist über einen Kurbeltrieb vorgegebene Hubbewegung der Nadeleinheit gemäß einer Sinusfunktion, wobei angegeben ist, dass die Änderung der Drehzahl mit einer Modulation eine variable Amplitude bis hin zu einem Erhalt einer Winkelbeschleunigung mit dem Wert Null aufweisen kann.

[0004] Mit dieser Modulation der Drehzahl der Abzugswalzen soll ermöglicht werden, eine Verlangsamung der Transportbewegung im Faservlies während der Eintauchperiode der Nadeln in das Faservlies zu erreichen, wobei die Verlangsamung sich nicht auf einen bloßen Stillstand des Faservlieses beschränken soll. Im Ergebnis soll die erreichbare mittlere Transportgeschwindigkeit des Faservlieses durch die Nadelmaschine erhöht werden können.

[0005] Nachteilhafterweise können sich im Faservlies

erhebliche Spannungen aufbauen, wenn die Transportgeschwindigkeit des Faservlieses durch die zugeordnete Drehzahl der Abzugswalzen nicht hinreichend reduziert wird, insbesondere wenn eine Sollwertvorgabe bezüglich der Abzugsgeschwindigkeit vorgesehen ist. Sobald die Nadeln in das Faservlies eintauchen, muss, eine begrenzte Nachgiebigkeit des Faservlieses vorausgesetzt, die Drehzahl über der gesamten Eintauchperiode nahezu den Wert Null aufweisen. Aufgrund von Elastizitäten, Dehnungswerten und einem möglichen Schlupf im Abzugsverhalten des Faservlieses kann jedoch bei einer richtigen Parametrierung der Abzugsgeschwindigkeit eine Überhöhung von auftretenden Spannungen im Faservlies vermieden werden, um eine Beschädigung der Nadeleinheit und insbesondere um ein Brechen der Nadeln zu vermeiden. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei einer unmittelbaren Synchronisation der Geschwindigkeit der Transportbewegung des Faservlies mit der Hubbewegung der Nadeleinheit weiterhin erhebliche Spannungen im Material auftreten können und eine Anhebung der mittleren Transportgeschwindigkeit kann nur unter Berücksichtigung weiterer Optimierungen im Betrieb der Nadelmaschine um ein lediglich begrenztes Maß erreicht werden.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Weiterbildung eines Verfahrens zur Steuerung einer Nadelmaschine, die Bereitstellung einer Nadelmaschine und einer Steuereinheit hierzu, wobei das Verfahren möglichst geringe mechanische Spannungen im Faservlies hervorrufen soll und wobei unter möglichst geringer mechanischer Belastung der Nadelmaschine die Transportgeschwindigkeit des Faservlieses erhöht und oder auf einem vorgegebenen mittleren Wert gehalten werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Verfahren zur Steuerung einer Nadelmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, ausgehend von einer Nadelmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8 und ausgehend von einer Steuereinheit gemäß Anspruch 9 mit den jeweils kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht dabei wenigstens die folgenden Schritte vor: Bestimmung eines Grenzdrehmomentes zum Antrieb der Abzugswalze und das Ansteuern der Antriebseinheit durch die Steuereinheit mit einem Antriebsdrehmoment zum Antrieb der Abzugswalze, das das Grenzdrehmoment nicht überschreitet, sodass eine Drehmomentbegrenzung gebildet wird.

[0009] Kern der Erfindung ist zunächst die Bestimmung eines Grenzdrehmomentes, welches zum Antrieb der wenigstens einen Abzugswalze bestimmt und vorgegeben wird. Dadurch wird erreicht, dass die mechanischen Spannungen im Faservlies einen Grenzwert nicht übersteigen, da die Begrenzung des Drehmomentes zum Antrieb der Abzugswalzen in einer Begrenzung einer Abzugskraft im Faservlies führt. Der Kern der Erfindung betrifft in Verbindung mit der Bestimmung des

Grenzdrehmomentes weiterhin ein Ansteuern der Antriebseinheit durch die Steuereinheit mit einem Antriebsdrehmoment zum Antrieb der wenigstens einen Abzugswalze, welches das Grenzdrehmoment nicht überschreitet. Somit wird eine Drehmomentbegrenzung gebildet, und das Drehmoment kann sich beispielsweise zwischen dem theoretischen Wert Null und dem Grenzdrehmoment bewegen. Durch die Drehmomentbegrenzung wird effektiv vermieden, dass Nadeln der Nadeleinheit durch eine zu große Abzugskraft des Faservlieses brechen können, wobei vorteilhafterweise die gesamte Nadelmaschine geringeren mechanischen Belastungen ausgesetzt ist.

[0010] Durch die Bestimmung eines Grenzdrehmomentes wird die Drehzahl der wenigstens einen Abzugswalze nicht zwingend auf einem konstanten Wert gehalten, da beispielsweise bei einer nur geringen oder bei einem Fehlen einer Rückhaltekraft durch das Eingreifen der Nadeln in das Faservlies die Drehzahl der Abzugswalze erhöht werden kann, und erst bei Eingriff der Nadeleinheit in das Faservlies können Rückhaltekraften auftreten, die das Antriebsdrehmoment bis an das Grenzdrehmoment zum Antrieb der wenigstens einen Abzugswalze steigen lassen. Erst dann kann die Drehzahl der Abzugswalze reduziert werden, wobei die Reduktion gegebenenfalls auch auf den Wert Null erfolgen kann. Erst wenn die Nadeleinheit das Faservlies wieder freigibt, kann die Abzugswalze frei beschleunigen, sodass wenigstens über der Eintauchperiode, während der die Nadeln in das Faservlies eingefahren sind, das Grenzdrehmoment eingreift. Die Abzugswalzen können durch die Drehmomentbegrenzung über der Eintauchperiode eine Drehzahl aufweisen, die eine Spannung in das Faservlies einleitet, die wenigstens über der Eintauchperiode grundsätzlich knapp unter oder genau auf dem korrespondierenden Grenzdrehmoment auf einem konstanten Wert gehalten werden kann.

[0011] Gemäß einem weiteren wichtigen Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Steuerung der Nadelmaschine wird ein Hubsensor bereitgestellt, wobei durch den Hubsensor eine Eintauchperiode erkannt wird, über der die Nadeln in das Faservlies einfahren und durch den Hubsensor wird eine Freilaufperiode erkannt, während der die Nadeln aus dem Faservlies herausgefahren sind, wobei ein Sensorsignal an die Steuereinheit ausgegeben wird und wobei die Steuereinheit das Antriebsdrehmoment zum Antrieb der Abzugswalze in Abhängigkeit des Steuersignals steuert. Mit besonderem Vorteil wird dabei das Ansteuern der Antriebseinheit mit der Drehmomentbegrenzung auf die Eintauchperiode begrenzt. Der Hubsensor liefert das Sensorsignal an die Steuereinheit, womit der Steuereinheit die Information vorliegt, ob die Nadeln in das Faservlies eingreifen oder nicht. Der Sensor kann beispielsweise auch ersetzt werden durch einen Drehwertgeber, der mit einem Antriebsmotor in der Hubmechanik zusammenwirkt und über den die Hubposition der Nadeleinheit hinreichen genau erkannt werden kann. Der vorliegend beschriebene Sensor

kann folglich an jeder geeigneten Position angeordnet werden, um die Hubposition direkt oder indirekt zu ermitteln, und beispielsweise kann das Sensorsignal auch aus einem elektronischen Steuersignal zur Steuerung des Hubantriebes abgeleitet werden, sodass diese im weitesten Sinne der vorliegenden Erfindung ebenfalls den Hubsensor bilden kann.

[0012] Um eine Überhöhung einer Zugkraft im Faservlies zu vermeiden, und um damit eine Beschädigung der Nadeln zu vermeiden, kann die Drehmomentbegrenzung zum Ansteuern der Antriebseinheit auf die Eintauchperiode begrenzt sein. Über der Freilaufperiode muss das Drehmoment der Antriebseinheit nicht zwingend begrenzt sein, da die Nadeln nicht in das Faservlies eingreifen und damit auch keine Rückhaltekraft im Faservlies verursachen können. Mit besonderem Vorteil kann dadurch das Ansteuern der Antriebseinheit in der Freilaufperiode mit einer vorbestimmten Drehzahl für die Abzugswalze erfolgen, wie nachfolgend näher erläutert.

[0013] Die Vorbestimmung der Drehzahl der Abzugswalze in der Freilaufperiode kann mit besonderem Vorteil in Abhängigkeit eines in der Eintauchperiode ermittelten Drehzahlprofils der Abzugswalze vorgenommen werden. Weist beispielsweise das Drehzahlprofil in der Eintauchperiode ein insgesamt geringes Drehzahlniveau auf, beispielsweise weil die Rückhaltekraft durch die Nadeln im Faservlies hoch ausfällt und damit die Drehmomentbegrenzung frühzeitig eingreift, so kann in der Freilaufperiode die Drehzahl der Abzugswalze so vorbestimmt werden, dass die sehr geringe Drehzahl der Abzugswalze in der Eintauchperiode aufgeholt wird. Hinkt also der Transport des Faservlieses dem fortschreitenden Nadelprozess hinterher, kann das Nacheilen des Faservlieses in seiner Transportbewegung aufgeholt werden durch eine Überhöhung der Drehzahl über der Freilaufperiode, also wenn keine Nadeln in das Faservlies eingreifen.

[0014] Gemäß einem weiteren wichtigen Aspekt der Erfindung kann eine mittlere Transportgeschwindigkeit des Faservlieses in der Transportbewegung vorgegeben werden, und die Vorbestimmung der Drehzahl für die Abzugswalze über der Freilaufperiode kann zusätzlich dadurch vorgenommen werden, dass die vorgegebene mittlere Transportgeschwindigkeit des Faservlieses wenigstens über einem und vorzugsweise über mehrere Hubzyklen bestehend aus der Eintauchperiode und der Freilaufperiode eingehalten wird. Die mittlere Transportgeschwindigkeit ist insbesondere wichtig, wenn die Nadelmaschine im Verbund mehrerer Bearbeitungsmaschinen zur Vor- und Nachbearbeitung des Faservlieses betrieben wird. Die Nadelmaschine ist in der Regel einer Kreuzlegestation nachgelagert und einer Abnahmestation vorgelagert, und kann damit Bestandteil einer Vliesanlage sein. Durch den Verbund der Nadelmaschine zwischen vor- und nachgelagerten Stationen ergibt sich aus der Gesamt-Materialflussgeschwindigkeit des Vliesmaterials eine vorgegebene mittlere Transportgeschwindigkeit, die für einen störungsfreien Betrieb eingehalten wer-

den muss, um die vor- und nachgelagerten Prozesse nicht negativ zu beeinflussen.

[0015] Die mittlere Transportgeschwindigkeit kann sich allerdings auch über der Bearbeitungsdauer ändern, sodass das Verfahren als wenigstens eine weitere Führungsgröße die mittlere Transportgeschwindigkeit über das Steuermodul aufnimmt. Dabei kann die Vorbestimmung der Drehzahl für die Abzugswalze über der Freilaufperiode zusätzlich dadurch vorgenommen werden, dass die vorgegebene mittlere Transportgeschwindigkeit des Faservlieses wenigstens über einen und vorzugsweise über mehrere Hubzyklen eingehalten wird. Liegt also die effektive Geschwindigkeit des Faservlieses oberhalb der Transportgeschwindigkeit, so wird über der Freilaufperiode eine geringe mittlere Drehzahl gefahren, ist die effektive Transportgeschwindigkeit des Faservlieses geringer als die erforderliche mittlere Transportgeschwindigkeit, so kann das Drehzahlprofil der Abzugswalze über der Freilaufperiode erhöht werden.

[0016] Das Verfahren kann durch den Aufbau eines Regelkreises über die Steuereinheit betrieben werden, und die Steuereinheit kann ein Antriebsmodul und ein Steuermodul zur Bildung des Regelkreises umfassen, wobei der Regelkreis betrieben werden kann mit: einer Führungsgröße, gebildet durch die vorgegebene mittlere Transportgeschwindigkeit, einer Regelgröße, gebildet durch ein Regelsignal, das an das Antriebsmodul ausgegeben wird und einer Störgröße, abgeleitet aus dem Drehzahlprofil der Abzugswalzen über der Eintauchperiode. Dabei kann durch die Steuereinheit eine Regelabweichung ermittelt und das Regelsignal so ausgegeben werden, dass eine Änderung der Drehzahl der Abzugswalzen in der Eintauchperiode eine diese Änderung kompensierende Anpassung der Drehzahl der Abzugswalzen in der Freilaufperiode bewirkt.

[0017] Mit weiterem Vorteil kann die Antriebseinheit wenigstens einen Motor und einen Drehwertgeber aufweisen, wobei der Drehwertgeber die Drehzahl des Motors erfasst und ein Rückkoppelsignal an die Steuereinheit und insbesondere an das Steuermodul ausgibt.

[0018] Die Erfindung richtet sich weiterhin auf eine Nadelmaschine zur Nadelbearbeitung eines Faservlies mit einer Nadeleinheit aufweisend eine Vielzahl von Nadeln, wobei die Nadeleinheit zur Ausführung einer Hubbewegung über dem Faservlies ausgebildet ist, sodass die Nadeln oszillierend in das Faservlies einfahrbar und aus diesem wieder ausfahrbar sind, und mit wenigstens einer Abzugswalze, die in Bezug auf eine Transportbewegung des Faservlieses der Nadeleinheit nachgelagert angeordnet ist und zur Einleitung einer Abzugskraft in das Faservlies dient, wofür eine Antriebseinheit zum rotierenden Antrieb der Abzugswalze vorgesehen ist und die mittels einer Steuereinheit ansteuerbar ist, wobei die Nadelmaschine ausgebildet ist zur Ausführung des vorgeschriebenen Verfahrens.

[0019] Die Erfindung richtet sich weiterhin auf eine Steuereinheit für eine Nadelmaschine wie vorstehend beschrieben, um das erfindungsgemäße Verfahren aus-

zuführen. Dabei kann die Steuereinheit wenigstens Folgendes umfassen: ein Antriebsmodul und ein Steuermodul zur Bildung eines Regelkreises, wobei der Regelkreis betreibbar ist durch eine Führungsgröße, gebildet durch die vorgegebene mittlere Transportgeschwindigkeit, eine Regelgröße, gebildet durch ein Regelsignal, das an das Antriebsmodul ausgegeben wird und eine Störgröße, abgeleitet aus dem Drehzahlprofil der Abzugswalzen über der Eintauchperiode, sodass durch die Steuereinheit eine Regelabweichung ermittelbar und das Regelsignal so ausgegeben ist, dass eine Änderung der Drehzahl der Abzugswalzen in der Eintauchperiode eine diese Änderung kompensierende Anpassung der Drehzahl der Abzugswalzen in der Freilaufperiode bewirkbar ist.

[0020] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Nadelmaschine zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein erstes Diagramm, das einen Geschwindigkeitsverlauf des Faservlieses über der Zeit zeigt, wobei die Geschwindigkeit in der Freilaufperiode einen ersten Kompensationsverlauf aufweist und

Fig. 3 ein zweites Diagramm, das den Geschwindigkeitsverlauf des Faservlieses über der Zeit zeigt, wobei die Geschwindigkeit in der Freilaufperiode einen zweiten Kompensationsverlauf aufweist.

[0021] Figur 1 zeigt in einer schematischen Ansicht eine Nadelmaschine 1 zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Nadelmaschine 1 dient zur Verfestigung eines Faservlieses 100, das durch die Nadelmaschine 1 mit einer Transportbewegung x, dargestellt durch einen Pfeil, hindurchbewegt wird. Die Bewegung im Faservlies 100 wird erzeugt durch zwei gegenüberliegende Abzugswalzen 12, wobei beispielhaft eine Abzugswalze 12 durch einen Motor 19 angetrieben ist. Den Abzugswalzen 12 vorgelagert befindet sich eine Nadeleinheit 10 mit einer Vielzahl von Nadeln 11, und die Nadeleinheit 10 kann mit einer Hubmechanik 22 in einer mit Bezug auf die Erstreckungsebene des Faservlieses 100 vertikalen Richtung auf und ab bewegt werden. Die Auf- und Abbewegung erfolgt über aufeinanderfolgende Hubzyklen, welche unterteilt werden in eine Eintauchperiode te, in der die Nadeln 11 in das Faservlies 100 eintauchen, gekennzeichnet durch eine Einstichtiefe se, und in eine Freilaufperiode tf, in der sich die Nadeln 11 außer Eingriff mit dem Faservlies 100 befinden, siehe Vergrößerung eines entsprechenden Sensorsignals 16, das von einem Hubsensor 15 zur Erfassung der Hubbewegung ausgegeben wird. Unterhalb der Nadeleinheit 10 ist eine Stichplatte 21 gezeigt, über die das Faservlies 100 hinwegbewegt wird und die das Hindurchtreten ermöglicht.

[0022] Zur Ansteuerung der Abzugswalzen 12 dient eine Antriebseinheit 13, die über eine Steuereinheit 14 angesteuert wird. Die Steuereinheit 14 umfasst ein Antriebsmodul 17 und ein Steuermodul 18, wobei das Antriebsmodul 17 vorrangig der Steuerung der Drehzahl und insbesondere eines Drehmomentes des Motors 19 dient, wofür der Motor 19 mit einem Drehwertgeber 20 gekoppelt ist. Der Drehwertgeber 20 übermittelt dabei ein Rückkopplungssignal R_k an das Antriebsmodul 17. Das Rückkopplungssignal R_k kann von dem Antriebsmodul 17 an das Steuermodul 18 weitergeführt werden, wobei das Steuermodul 18 an das Antriebsmodul 17 ein entsprechend bestimmtes Regelsignal R ausgibt.

[0023] Der Hubsensor 15 zur Erkennung der Hublage der Nadeleinheit 10 gibt das Sensorsignal 16 an das Steuermodul 18 aus, und das Sensorsignal 16 stellt an das Steuermodul 18 die Information bereit, ob sich die Nadeleinheit 10 in der Eintauchperiode t_e oder in der Freilaufperiode t_f befindet.

[0024] Als Führungsgröße zur Steuerung der Nadelmaschine 1 dient eine mittlere Transportgeschwindigkeit v_{t_m} , die als Signal an das Steuermodul 18 ausgegeben wird. Die mittlere Transportgeschwindigkeit v_{t_m} ergibt sich durch eine Integration der Nadelmaschine 1 im Verbund einer Vliesanlage, und die mittlere Transportgeschwindigkeit v_{t_m} muss für einen störungsfreien Betrieb der Vliesanlage möglichst genau eingehalten werden. Abhängig von der Größe der Transportgeschwindigkeit v_{t_m} gibt das Steuermodul 18 unter Berücksichtigung des Sensorsignals 16 aus dem Hubsensor 15 eine Regelgröße an das Antriebsmodul 17 aus, die gebildet ist durch ein Regelsignal R . Die Differenz zwischen einem Geschwindigkeitswert des Rückkopplungssignals R_k und des Regelsignals R ergibt eine Störgröße, die damit abgeleitet ist aus dem Drehzahlprofil der Abzugswalzen 12 über der Eintauchperiode t_e .

[0025] Über die erfasste Drehzahl durch den Drehwertgeber 20 wird der Motor 19 und damit die Abzugswalze 12 drehmomentgeregelt, derart, dass das Drehmoment ein vorgegebenes Grenzdrehmoment nicht überschreitet. Damit wird eine Schädigung der Nadeln 11 vermieden, da durch ein begrenztes Drehmoment in den Abzugswalzen 12 die Abzugskraft im Faservlies 100 begrenzt bleibt. Die Drehmomentbegrenzung wird dabei nur über der Eintauchperiode t_e vorgesehen, da nur dann eine Schädigung der Nadeln 11 hervorgerufen werden kann. Befindet sich die Nadeleinheit 10 über der Freilaufperiode t_f , vorgegeben durch das Sensorsignal 16 des Hubsensors 15 an das Steuermodul 18, so kann abhängig von der Größe des Regelsignals R in Abweichung vom Rückkopplungssignal R_k die Drehzahl über der Freilaufperiode t_f derart angepasst werden, dass sich die mittlere Transportgeschwindigkeit v_{t_m} für das Faservlies 100 ergibt.

[0026] In die Ermittlung des Grenzdrehmomentes fließen u.a. die Werte Vliesgewicht, Vliesbreite, Transportgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsverzug zwischen Einlauf und Auslauf der Nadelmaschine, der Antriebslei-

tung und dem Drehmoment des Motors ohne Material ein.

[0027] Die Figuren 2 und 3 zeigen verschiedene Kompensationsverläufe K_1 und K_2 eines Drehzahlverlaufes D der Abzugswalzen 12, aus dem unmittelbar eine Transportgeschwindigkeit $v(x)$ abgeleitet werden kann. Der gemittelte Geschwindigkeitswert der Transportgeschwindigkeit $v(x)$ der Transportbewegung x über der Zeit t kann aufgeteilt werden in die Eintauchperiode t_e und in die Freilaufperiode t_f , wobei beide Perioden gemeinsam den Hubzyklus T der Bewegung in der Nadeleinheit 10 repräsentieren.

[0028] Über der Eintauchperiode t_e kann die Geschwindigkeit des Faservlieses 100 einen konstanten Minimalwert aufweisen, der auch den Wert Null annehmen kann. Gelangen die Nadeln 11 wieder außer Eingriff mit dem Faservlies 100 und beginnt die Freilaufperiode t_f , so kann in dieser ein Kompensationsverlauf K_1 eingestellt werden, der eine Geschwindigkeit des Faservlieses 100 durch eine korrespondierende Drehzahl in der Abzugswalze 12 so einstellt, dass die mittlere Geschwindigkeit des Faservlieses 100 der vorgegebenen mittleren Transportgeschwindigkeit v_{t_m} entspricht. Der Geschwindigkeitsverlauf D der Transportgeschwindigkeit $v(x)$ des Faservlieses 100 gemäß Figur 2 zeigt über der Eintauchperiode t_e im Vergleich zum Geschwindigkeitsverlauf D der Figur 3 einen größeren Wert. Im Verlauf, der beispielhaft mit Figur 2 gezeigt ist, kann die Rückhaltekraft durch die Nadeln 11 in Wirkverbindung mit dem Faservlies 100 geringer ausfallen als im gezeigten Geschwindigkeitsverlauf D gemäß Figur 3, denn der Geschwindigkeitsverlauf D der Transportgeschwindigkeit $v(x)$ in Figur 3 weist über der Eintauchperiode t_e geringere Werte auf. Entsprechend der gemessenen Transportgeschwindigkeit $v(x)$ in der Eintauchperiode t_e kann über den Regelkreis mit dem Steuermodul 18 das Regelsignal R unter Berücksichtigung eines Kompensationsverlaufes K_1 , K_2 an das Antriebsmodul 17 ausgegeben werden. Aufgrund der geringeren Absenkung der Transportgeschwindigkeit $v(x)$ im Geschwindigkeitsverlauf D gemäß dem Beispiel in Figur 2 fällt der Kompensationsverlauf K_1 in Figur 2 geringer als der Kompensationsverlauf K_2 im Beispiel der Figur 3. Der Regelkreis regelt dabei unter Berücksichtigung der Führungsgröße, gebildet durch die geforderte mittlere Transportgeschwindigkeit v_{t_m} , die Geschwindigkeit über der Freilaufperiode t_f derart aus, dass unter Bildung der Kompensationsverläufe K_1 und K_2 sich die mittlere Transportgeschwindigkeit v_{t_m} einstellt. Der höhere oder niedrigere Geschwindigkeitsverlauf D des Faservlieses 100 kann beispielsweise abhängig sein von der Vorverdichtung des Faservlieses 100, von der Dicke der Nadeln 11 oder von der Eintauchtiefe der Nadeln 11, wobei die Transportgeschwindigkeit $v(x)$ über der Eintauchperiode t_e über eine Drehmomentbegrenzung erfolgt. Erreichen die Abzugswalzen 12 ein Grenzdrehmoment, so senkt die Steuereinheit 14 die Geschwindigkeit der Abzugswalze 12 derart ab, dass das Grenzdrehmoment nicht

überschritten wird. Ist die Rückkhaltekraft durch die Wechselwirkung der Nadeln 11 mit dem Faservlies 100 größer, und senkt sich die Transportgeschwindigkeit $v(x)$ über der Eintauchperiode t_e stärker ab, so kann durch den im Steuermodul 18 gebildeten Regelkreis der Kompensationsverlauf K1 oder K2 so angepasst werden, dass sich schließlich die mittlere Transportgeschwindigkeit vt_m einstellt.

[0029] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehenden Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten oder räumlicher Anordnungen, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichen

[0030]

100 Faserfries

1 Nadelmaschine

10 Nadeleinheit

11 Nadeln

12 Abzugswalze

13 Antriebseinheit

14 Steuereinheit

15 Hubsensor

16 Sensorsignal

17 Antriebsmodul

18 Steuermodul

19 Motor

20 Drehwertgeber

21 Stichplatte

22 Hubmechanik

T Hubzyklus

t_e Eintauchperiode

t_f Freilaufperiode

vt_m mittlere Transportgeschwindigkeit

R Regelsignal

R_k Rückkopplungssignal

X Transportbewegung

K1 Kompensationsverlauf

K2 Kompensationsverlauf

se Einstichtiefe

$v(x)$ Transportgeschwindigkeit

t Zeit

D Geschwindigkeitsverlauf

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Nadelmaschine (1), die zur Nadelbearbeitung eines Faservlieses (100) eine Nadeleinheit (10) mit einer Vielzahl von Nadeln (11) aufweist, wobei die Nadeleinheit (10) eine Hubbewegung über dem Faservlies (100) ausführt, so dass die Nadeln (11) oszillierend in das Faservlies (100) einfahren und aus diesem wieder herausfahren, und wobei die Nadelmaschine (1) wenigstens eine Abzugswalze (12) aufweist, die in Bezug auf eine Transportbewegung (x) des Faservlieses (100) der Nadeleinheit (10) nachgelagert ist und eine Abzugskraft in das Faservlies (100) einleitet, wofür eine Antriebseinheit (13) zum rotierenden Antrieb der Abzugswalze (12) vorgesehen ist und die mittels einer Steuereinheit (14) angesteuert wird, wobei das Verfahren wenigstens die folgenden Schritte aufweist:

- Bestimmung eines Grenzdrehmomentes zum Antrieb der Abzugswalze (12);
- Ansteuern der Antriebseinheit (13) durch die Steuereinheit (14) mit einem Antriebsdrehmoment zum Antrieb der Abzugswalze (12), das das Grenzdrehmoment nicht überschreitet, so dass eine Drehmomentbegrenzung gebildet wird,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Hubsensor (15) bereitgestellt wird, wobei durch den Hubsensor (15) eine Eintauchperiode (t_e) erkannt wird, während der die Nadeln (11) in das Faservlies (100) eingefahren sind und eine Freilaufperiode (t_f) erkannt wird, während der die Nadeln (11) aus dem Faservlies (100) herausgefahren sind, wobei ein Sensorsignal (16) an die Steuereinheit (14) ausgegeben wird und wobei die Steuereinheit (14) das Antriebsdrehmoment zum Antrieb der Abzugswalze (12) in Abhängigkeit des Sensorsignals (16) steuert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ansteuern der Antriebseinheit (13) mit der Drehmomentbegrenzung auf die Eintauchperiode (t_e) begrenzt wird und dass das Ansteuern der Antriebseinheit (13) in der Freilaufperiode (t_f) mit einer vorbestimmten Drehzahl für die Abzugswalze (12) erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorbestimmung der Drehzahl der Abzugswalze (12) in der Freilaufperiode (t_f) in Abhängigkeit eines in der Eintauchperiode (t_e) ermittelten Drehzahlprofils der Abzugswalze (12) vorgenommen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mittlere Transportgeschwindigkeit (vt_m) des Faservlies (100) in

der Transportbewegung (x) vorgegeben wird, wobei die Vorbestimmung der Drehzahl für die Abzugswalze (12) über der Freilaufperiode (tf) zusätzlich dadurch vorgenommen wird, dass die vorgegebene mittlere Transportgeschwindigkeit (vt_m) des Faservlies (100) wenigstens über einen und vorzugsweise über mehrere Hubzyklen (T) aus einer Eintauchperiode (te) und einer Freilaufperiode (tf) eingehalten wird.

5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (14) ein Antriebsmodul (17) und ein Steuermodul (18) zur Bildung eines Regelkreises umfasst, wobei der Regelkreis betrieben wird durch:

- eine Führungsgröße, gebildet durch die vorgegebene mittlere Transportgeschwindigkeit (vt_m),
- eine Regelgröße, gebildet durch ein Regelsignal (R), das an das Antriebsmodul (17) ausgegeben wird und eine
- Störgröße, abgeleitet aus dem Drehzahlprofil der Abzugswalzen (12) über der Eintauchperiode (te),

sodass durch die Steuereinheit (14) eine Regelabweichung ermittelt und das Regelsignal (R) so ausgegeben wird, dass eine Änderung der Drehzahl der Abzugswalzen (12) in der Eintauchperiode (te) eine diese Änderung kompensierende Anpassung der Drehzahl der Abzugswalzen (12) in der Freilaufperiode (tf) bewirkt.

6. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebs-
einheit (13) wenigstens einen Motor (19) und einen Drehwertgeber (20) aufweist, wobei der Drehwertgeber (20) die Drehzahl des Motors (19) erfasst und ein Rückkopplungssignal (Rk) an die Steuereinheit (14) und insbesondere an das Steuermodul (18) ausgibt.

7. Nadelmaschine (1) zur Nadelbearbeitung eines Faservlieses (100) mit einer Nadeleinheit (10) aufweisend eine Vielzahl von Nadeln (11), wobei die Nadeleinheit (10) zur Ausführung einer Hubbewegung über dem Faservlies (100) ausgebildet ist, sodass die Nadeln (11) oszillierend in das Faservlies (100) einfahrbar und aus diesem wieder herausfahrbar sind, und mit wenigstens einer Abzugswalze (12), die in Bezug auf eine Transportbewegung des Faservlieses (100) der Nadeleinheit (10) nachgelagert angeordnet ist und zur Einleitung einer Abzugskraft in das Faservlies (100) dient, wofür eine Antriebs-
einheit (13) zum rotierenden Antrieb der Abzugswalze (12) vorgesehen ist und die mittels einer Steuereinheit (14) ansteuerbar ist, und wobei die Nadelma-

schine (1) ausgebildet ist zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis

8. Steuereinheit (14) für eine Nadelmaschine (1) gemäß Anspruch 7 zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend:

- ein Antriebsmodul (17) und ein Steuermodul (18) zur Bildung eines Regelkreises, wobei der Regelkreis betreibbar ist durch:

- eine Führungsgröße, gebildet durch die vorgegebene mittlere Transportgeschwindigkeit (vt_m),
- eine Regelgröße, gebildet durch ein Regelsignal (R), das an das Antriebsmodul (17) ausgegeben wird und eine
- Störgröße, abgeleitet aus dem Drehzahlprofil der Abzugswalzen (12) über der Eintauchperiode (te),

sodass durch die Steuereinheit (14) eine Regelabweichung ermittelbar und das Regelsignal (R) so ausgebar ist, dass eine Änderung der Drehzahl der Abzugswalzen (12) in der Eintauchperiode (te) eine diese Änderung kompensierende Anpassung der Drehzahl der Abzugswalzen (12) in der Freilaufperiode (tf) bewirkbar ist.

Claims

1. Method of controlling a needling machine (1) which has, for needling a fibre web (100), a needle unit (10) having a plurality of needles (11), wherein the needle unit (10) executing a reciprocating stroke movement above the fibre web (100) so that the needles (11), in the course of oscillating, travel into the fibre web (100) and travel out again therefrom, and the needling machine (1) having at least one take-off roll (12) which, in relation to a transport movement (x) of the fibre web (100), is located downstream of the needle unit (10) and which introduces a take-off force into the fibre web (100), for which there is provided a drive unit (13) for driving the take-off roll (12) in rotation, and which is controlled by means of a control unit (14), the method comprising at least the following steps:

- determining a limit torque for driving the take-off roll (12);
- controlling the drive unit (13) by means of the control unit (14) using, for driving the take-off roll (12), a drive torque which does not exceed the limit torque, so that torque limitation is formed.

characterised in that a stroke sensor (15) is pro-

- vided, there being detected by means of the stroke sensor (15) an insertion period (te) during which the needles (11) are inserted into the fibre web (100), and there being detected a free-running period (tf) during which the needles (11) have been moved out from the fibre web (100), a sensor signal (16) being output to the control unit (14), and wherein the control unit (14) controls the drive torque for driving the take-off roll (12) in dependence on the sensor signal (16).
2. Method according to claim 1, **characterised in that** controlling the drive unit (13) using the torque limitation is limited to the insertion period (te); and **in that** controlling the drive unit (13) in the free-running period (tf) is carried out using a predetermined speed of rotation for the take-off roll (12).
 3. Method according to claim 3, **characterised in that** predetermination of the speed of rotation of the take-off roll (12) in the free-running period (tf) is carried out in dependence on a speed-of-rotation profile of the take-off roll (12) determined in the insertion period (te).
 4. Method according to one of the claims 2 or 3, **characterised in that** an average transport speed (vt_m) of the fibre web (100) in the transport movement (x) is prespecified, wherein the predetermination of the speed of rotation for the take-off roll (12) over the free-running period (tf) additionally is carried out so that the prespecified average transport speed (vt_m) of the fibre web (100) is maintained over at least one and preferably over a plurality of stroke cycles (T) comprising an insertion period (te) and a free-running period (tf).
 5. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the control unit (14) includes a drive module (17) and a control module (18) to form a closed-loop control circuit, the closed-loop control circuit being operated by means of:
 - command variable formed by the prespecified average transport speed (vt_m),
 - closed-loop control variable formed by a closed-loop control signal (R) which is output to the drive module (17) and a
 - disturbance variable derived from the speed-of-rotation profile of the take-off rolls (12) over the insertion period (te),
 - so that, by the control unit (14), a control deviation is determined and the closed-loop control signal (R) is so output that a change in the speed of rotation of the take-off rolls (12) in the insertion period (te) brings about a modification of the speed of rotation of the take-off rolls (12) in the free-running period (tf) which compensates for that change.
 6. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the drive unit (13) has at least one motor (19) and a rotary encoder (20), wherein the rotary encoder (20) detects the speed of rotation of the motor (19) and outputs a feedback signal (Rk) to the control unit (14) and especially to the control module (18).
 7. Needling machine (1) for needling a fibre web (100), having a needle unit (10) having a plurality of needles (11), wherein the needle unit (10) is formed to execute a reciprocating stroke movement above the fibre web (100) so that the needles (11), in the course of oscillating, are arranged to travel into the fibre web (100) and travel out again therefrom, and with at least one take-off roll (12) which, in relation to a transport movement of the fibre web (100), is arranged in a location downstream of the needle unit (10) and serves to introduce a take-off force into the fibre web (100), for which there is provided a drive unit (13) for driving the take-off roll (12) in rotation and which is controllable by means of a control unit (14), and wherein the needling machine (1) is formed to carry out a method according to one of claims 1 to 6.
 8. Control unit (14) for a needling machine (1) according to claim 8 for carrying out a method according to one of claims 1 to 6, comprising:
 - a drive module (17) and a control module (18) for formation of a closed-loop control circuit, wherein the closed-loop control circuit is operable by means of:
 - a command variable formed by the prespecified average transport speed (vt_m),
 - closed-loop control variable formed by a closed-loop control signal (R) output to the drive module (17), and a
 - disturbance variable derived from the speed-of-rotation profile of the take-off rolls (12) over the insertion period (te),
 - so that, by the control unit (14), a control deviation is determinable and the closed-loop control signal (R) is so outputtable that a change in the speed of rotation of the take-off rolls (12) in the insertion period (te) is arranged to bring about a modification of the speed of rotation of the take-off rolls (12) in the free-running period (tf) which compensates for that change.

Revendications

1. Procédé de commande d'une aiguilleteuse (1) comportant une unité d'aiguilles (10) avec une pluralité d'aiguilles (11) pour l'aiguilletage d'un voile non tissé

(100), l'unité d'aiguilles (10) exécutant une course d'élévation au-dessus du voile non tissé (100), si bien que les aiguilles (11) pénètrent par oscillation dans le voile non tissé (100) et ressortent de celui-ci, et l'aiguilleuse (1) comportant au moins un rouleau de traction (12), disposé en aval de l'unité d'aiguilles (10) dans le sens de transport (x) du voile non tissé (100) et appliquant une force de traction sur le voile non tissé (100), ce pourquoi une unité d'entraînement (13) est prévue pour l'entraînement rotatif du rouleau de traction (12), laquelle est commandée au moyen d'une unité de commande (14), ledit procédé comprenant au moins les étapes suivantes :

- détermination d'un couple limite pour l'entraînement du rouleau de traction (12) ;
- commande de l'unité d'entraînement (13) par l'unité de commande (14) avec un couple d'entraînement du rouleau de traction (12) ne dépassant pas le couple limite, de manière à former une limitation de couple,

caractérisé en ce qu'un capteur de course (15) est rendu fonctionnel, une période de plongée (te) étant détectée par le capteur de course (15), pendant laquelle les aiguilles (11) sont rentrées dans le voile non tissé (100), et une période de course à vide (tf) étant détectée, pendant laquelle les aiguilles (11) sont ressorties du voile non tissé (100), un signal de capteur (16) étant transmis à l'unité de commande (14) et l'unité de commande (14) commandant le couple d'entraînement du rouleau de traction (12) en fonction du signal de capteur (16).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la commande de l'unité d'entraînement (13) est limitée par la limitation de couple à la période de plongée (te), et **en ce que** la commande de l'unité d'entraînement (13) est effectuée lors de la période de course à vide (tf) avec une vitesse de rotation prédéterminée pour le rouleau de traction (12).
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la prédétermination de la vitesse de rotation du rouleau de traction (12) lors de la période de course à vide (tf) est effectuée en fonction d'un profil de vitesse de rotation du rouleau de traction (12) déterminé lors de la période de plongée (te).
4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'**une vitesse de transport moyenne (vt_m) du voile non tissé (100) est prescrite lors du déplacement de transport (x), la prédétermination de la vitesse de rotation pour le rouleau de traction (12) étant en outre effectuée pendant la période de course à vide (tf) **en ce que** la vitesse de transport moyenne (vt_m) prescrite du voile non tissé (100) est main-

tenue au moins pendant un, et préférentiellement pendant plusieurs cycles d'élévation (T) composés d'une période de plongée (te) et d'une période de course à vide (tf).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (14) comprend un module d'entraînement (17) et un module de commande (18) pour la formation d'une boucle de régulation, ladite boucle de régulation étant activée par :

- une grandeur de référence, formée par la vitesse de transport moyenne (vt_m) prescrite,
- une grandeur de régulation, formée par un signal de régulation (R) transmis au module d'entraînement (17), et une
- une grandeur perturbatrice, dérivée du profil de vitesse de rotation des rouleaux de traction (12) pendant la période de plongée (te),

de sorte qu'un écart de régulation est déterminé par l'unité de commande (14) et que le signal de régulation (R) est émis de telle manière qu'une variation de la vitesse de rotation des rouleaux de traction (12) lors de la période de plongée (te) entraîne un ajustement de la vitesse de rotation des rouleaux de traction (12) lors de la période de course à vide (tf) pour compenser cette variation.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité d'entraînement (13) comprend au moins un moteur (19) et un transmetteur de valeur de rotation (20), ledit transmetteur de valeur de rotation (20) détectant la vitesse de rotation du moteur (19) et transmettant un signal de retour (Rk) à l'unité de commande (14) et en particulier au module de commande (18).
7. Aiguilleuse (1) pour l'aiguilletage d'un voile non tissé (100) avec une unité d'aiguilles (10) pourvue d'une pluralité d'aiguilles (11), l'unité d'aiguilles (10) étant prévue pour l'exécution d'une course d'élévation au-dessus du voile non tissé (100), si bien que les aiguilles (11) peuvent pénétrer par oscillation dans le voile non tissé (100) et ressortir de celui-ci, et comportant au moins un rouleau de traction (12), disposé en aval de l'unité d'aiguilles (10) dans le sens de transport du voile non tissé (100) et servant à l'application d'une force de traction sur le voile non tissé (100), ce pourquoi une unité d'entraînement (13) est prévue pour l'entraînement rotatif du rouleau de traction (12), laquelle peut être commandée au moyen d'une unité de commande (14), et l'aiguilleuse (1) étant prévue pour l'exécution d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 6.
8. Unité de commande (14) pour une aiguilleuse (1)

selon la revendication 7 pour l'exécution d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant :

un module d'entraînement (17) et un module de commande (18) pour la formation d'une boucle de régulation, ladite boucle de régulation étant activable par :

- une grandeur de référence, formée par la vitesse de transport moyenne (v_{t_m}) prescrite,
- une grandeur de régulation, formée par un signal de régulation (R) transmis au module d'entraînement (17), et une
- une grandeur perturbatrice, dérivée du profil de vitesse de rotation des rouleaux de traction (12) pendant la période de plongée (t_e),

de sorte qu'un écart de régulation peut être déterminé par l'unité de commande (14) et que le signal de régulation (R) peut être émis de telle manière qu'une variation de la vitesse de rotation des rouleaux de traction (12) lors de la période de plongée (t_e) peut entraîner un ajustement de la vitesse de rotation des rouleaux de traction (12) lors de la période de course à vide (t_f) pour compenser cette variation.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

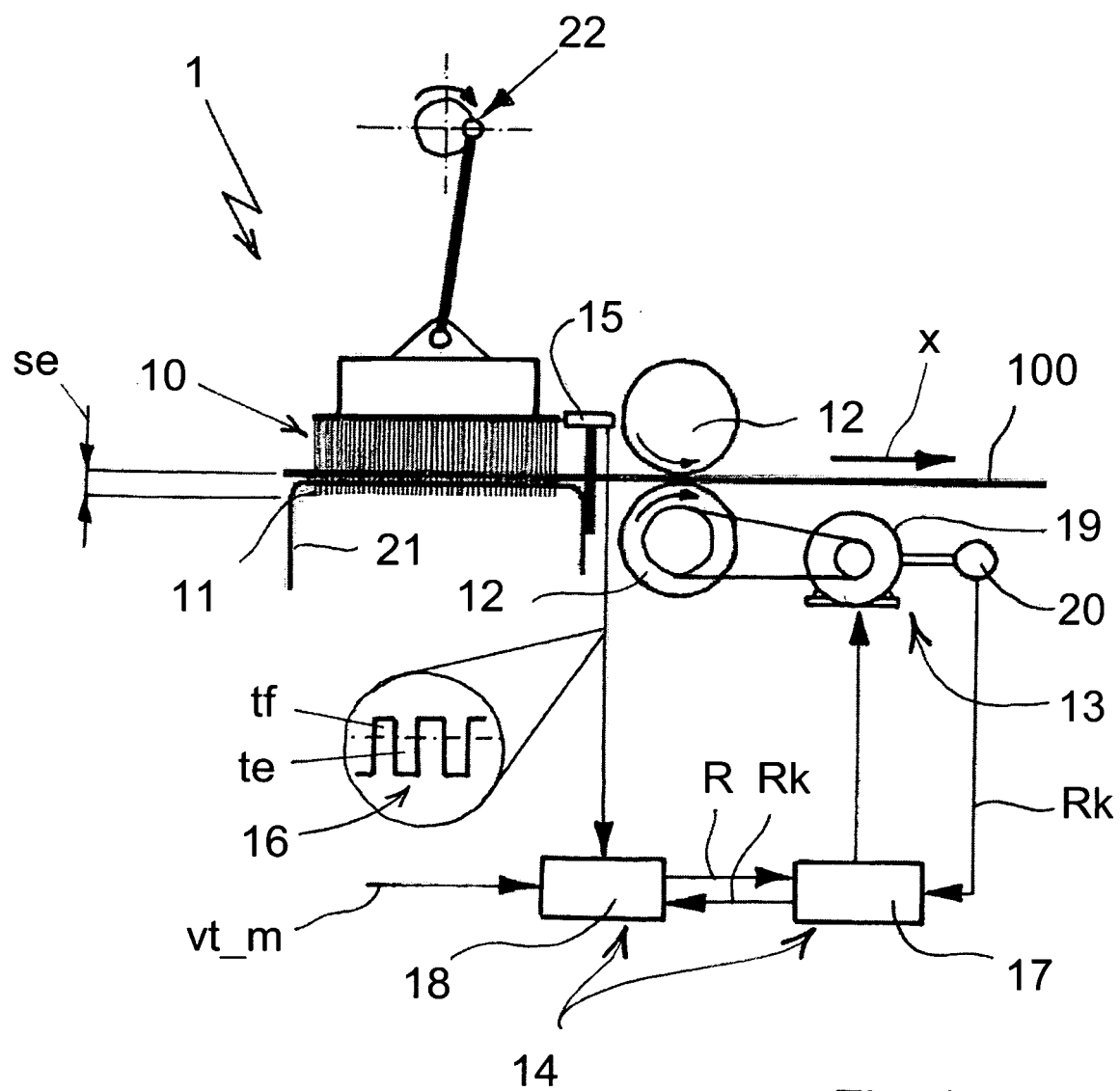


Fig. 1

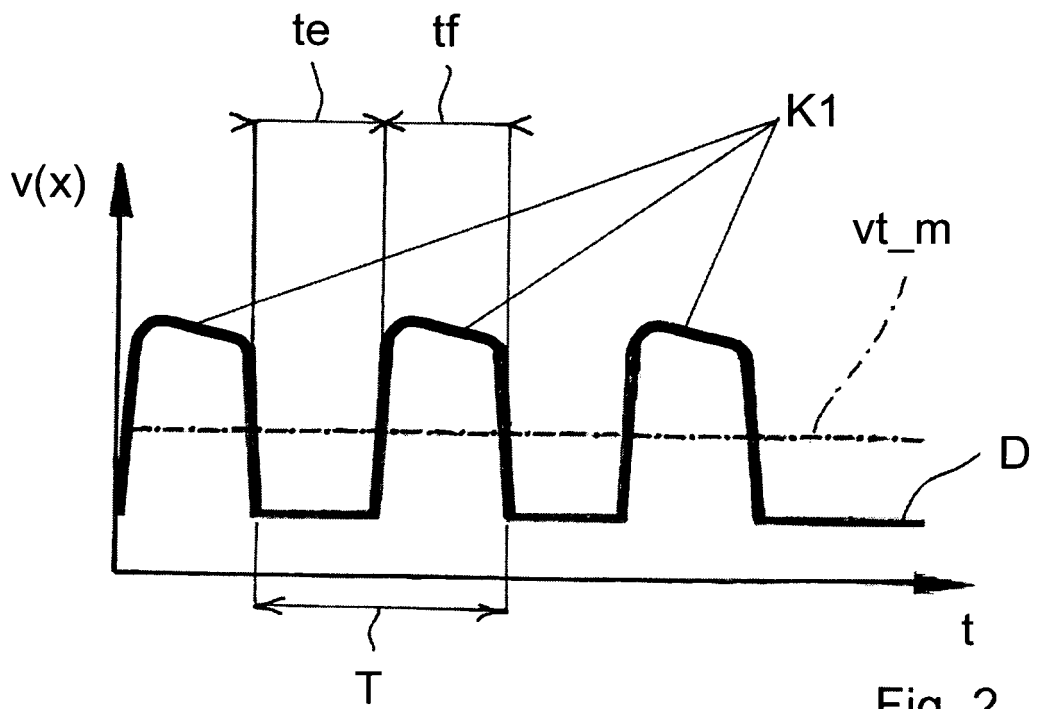


Fig. 2

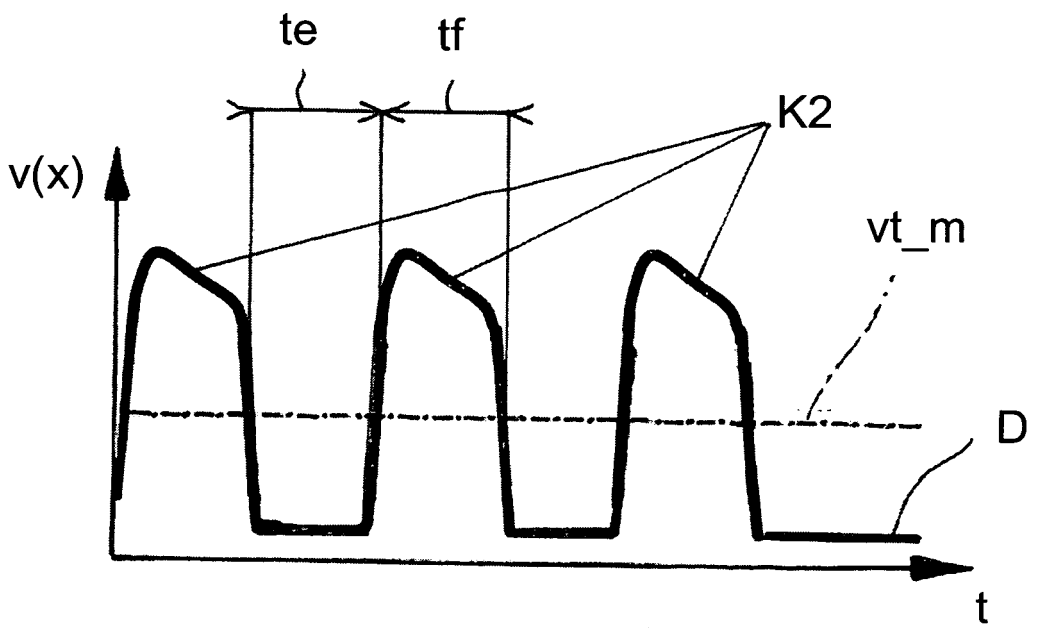


Fig. 3

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

- WO 02068747 A1 [0002]
- DE 69603706 T2 [0003]