

(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
18. Mai 2017 (18.05.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/081301 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61B 5/02 (2006.01) A61F 2/01 (2006.01)
A61B 17/22 (2006.01) A61B 8/08 (2006.01)
A61B 17/3207 (2006.01) A61B 17/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/077506

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. November 2016 (11.11.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 222 496.1
13. November 2015 (13.11.2015) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : **BLÖMER, David** [DE/DE]; Schillerstraße 36, 68723 Schwetzingen (DE). **BLÖMER, Markus** [DE/DE]; Schillerstraße 36, 68723 Schwetzingen (DE).

(74) Anwälte: **EISENFÜHR SPEISER** et al.; Postfach 10 60 78, 28060 Bremen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: SYSTEM FOR IMPROVING BLOOD FLOW

(54) Bezeichnung : SYSTEM ZUR VERBESSERUNG DES BLUTFLUSSES

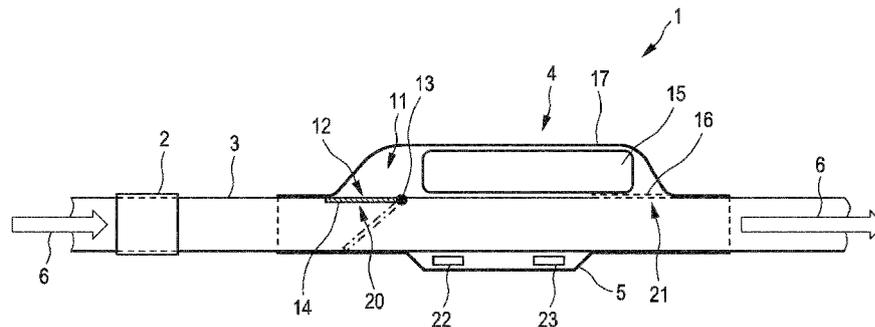


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a system (1) for improving blood flow. The system comprises a thrombus-detecting unit (2) for detecting a thrombus in a blood vessel (3), a thrombus-eliminating unit (4) for eliminating the thrombus, and a control unit (5) for controlling the thrombus-eliminating unit (4). The control unit (5) controls the thrombus-eliminating unit (4) in such a way that, if the thrombus-detecting unit (2) has detected a thrombus, said thrombus is eliminated by means of the thrombus-eliminating unit (4). The thrombus-detecting unit (2) and the thrombus-eliminating unit (4) can be implanted in such a way that the thrombus-detecting unit (2) is arranged before the thrombus-eliminating unit (4) in the direction of blood flow.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein System 1 zur Verbesserung des Blutflusses. Das System umfasst eine Thrombusdetektionseinheit 2 zum Detektieren eines Thrombus in einer Blutbahn 3, eine Thrombusbeseitigungseinheit 4 zum Beseitigen des Thrombus und eine Steuerungseinheit 5 zum Steuern der Thrombusbeseitigungseinheit 4. Die Steuerungseinheit 5 steuert die Thrombusbeseitigungseinheit 4 so,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/081301 A1

dass, wenn die Thrombusdetektionseinheit 2 einen Thrombus detektiert hat, dieser mittels der Thrombusbeseitigungseinheit 4 beseitigt wird. Die Thrombusdetektionseinheit 2 und die Thrombusbeseitigungseinheit 4 sind so implantierbar, dass in Blutströmungsrichtung die Thrombusdetektionseinheit 2 vor der Thrombusbeseitigungseinheit 4 angeordnet ist.

System zur Verbesserung des Blutflusses

Die Erfindung bezieht sich auf ein System zur Verbesserung des Blutflusses.

Die Patentanmeldung US 2007/0213613 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Detektieren eines Thrombus, wobei die Vorrichtung einen Wandler aufweist, der an einem zu überwachenden Bereich eines Patienten befestigt ist und Ultraschallwellen sendet und empfängt. Die Vorrichtung umfasst des Weiteren eine Sende- und Empfangseinheit, die 5 Treiberpulse zu dem Wandler sendet und Echosignale von dem Wandler empfängt. Ein Detektor verwendet Ultraschallwellen, verarbeitet Ausgangssignale der Sende- und Empfangseinheit und detektiert einen sich in einem Blutgefäß bewegendem Thrombus. Die Vorrichtung umfasst des Weiteren eine Lichtquelle zum Erzeugen von 10 Untersuchungslicht und eine Sonde, die an dem zu überwachenden Bereich des Patienten befestigt ist und den Patienten mit dem Untersuchungslicht der Lichtquelle bestrahlt. Eine Lichtempfangseinheit empfängt das Untersuchungslicht, das von der Sonde ausgestrahlt worden ist und durch den Patienten verlief, und gibt in Abhängigkeit von der Intensität des empfangenen Untersuchungslichts elektrische Signale aus. Ein weiterer Detektor 15 verwendet das Untersuchungslicht, wobei die Ausgangssignale der Lichtempfangseinheit verarbeitet werden und ein Thrombus, der sich durch das Blutgefäß bewegt, detektiert wird.

Es ist bekannt, dass Thromben durch Blutgerinnung entstehen, wobei ein Thrombus an seinem Entstehungsort zu einem Verstopfen der Blutbahn führen kann. Zudem kann sich ein Thrombus von seinem Entstehungsort lösen und dann von der Blutströmung zu einer anderen Stelle transportiert werden, an der der Thrombus die Blutbahn verstopft. Diese
5 Wanderung von Thromben mit anschließender Verstopfung der Blutbahnen kann dazu führen, dass ein oder mehrere Organe nicht mehr in ausreichender Weise mit Blut versorgt werden, wodurch Infarkte, insbesondere Schlaganfälle oder Herzinfarkte, entstehen können.

Um die Wahrscheinlichkeit eines Infarkts zu reduzieren, können blutverdünnende Medikamente eingenommen werden. Auch bei Einnahme dieser blutverdünnenden Medikamente kann das Infarktrisiko allerdings relativ hoch sein.
10

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System zur Verbesserung des Blutflusses bereitzustellen, das zu einer reduzierten Wahrscheinlichkeit von Infarkten führen kann.

Die Aufgabe wird durch ein System zur Verbesserung des Blutflusses gelöst, wobei das System aufweist:
15

- eine Thrombusdetektionseinheit zum Detektieren eines Thrombus in einer Blutbahn eines Lebewesens,
- eine Thrombusbeseitigungseinheit zum Beseitigen des Thrombus, und
20
- eine Steuerungseinheit zum Steuern der Thrombusbeseitigungseinheit, wobei die Steuerungseinheit angepasst ist, die Thrombusbeseitigungseinheit so zu steuern, dass, wenn die Thrombusdetektionseinheit einen Thrombus detektiert hat, dieser mittels der Thrombusbeseitigungseinheit beseitigt wird,
wobei die Thrombusdetektionseinheit und die Thrombusbeseitigungseinheit so
25 implantierbar sind, dass in Blutströmungsrichtung die Thrombusdetektionseinheit vor der Thrombusbeseitigungseinheit angeordnet ist.

Die Thrombusdetektionseinheit kann einen in der Blutbahn wandernden Thrombus detektieren und die Detektion des wandernden Thrombus an die Thrombusbeseitigungseinheit melden, wonach diese den Thrombus beseitigt. Hierdurch kann die Wahrscheinlichkeit
30 reduziert werden, dass der wandernde Thrombus die Blutversorgung eines Organs, beispielsweise des Gehirns oder des Herzens, unterbricht, wodurch das Infarktrisiko signifikant reduziert werden kann.

Die Steuerungseinheit ist bevorzugt implantierbar. Zudem sind die Thrombusdetektionseinheit und/oder die Thrombusbeseitigungseinheit und/oder die Steuerungseinheit bevorzugt in einer Einheit integriert. Beispielsweise können die Thrombusbeseitigungseinheit und die Steuerungseinheit in einer ersten Einheit integriert
5 sein und die Thrombusdetektionseinheit kann in einer zweiten, von der ersten Einheit getrennten zweiten Einheit verwirklicht sein. Die Thrombusdetektionseinheit und die Thrombusbeseitigungseinheit sind so implantierbar, dass in Blutströmungsrichtung die Thrombusdetektionseinheit vor der Thrombusbeseitigungseinheit angeordnet ist.

Das Lebewesen ist bevorzugt ein Mensch. Es kann aber auch ein Tier sein.

10 In einer Ausführungsform ist die Thrombusdetektionseinheit ringförmig um die Blutbahn anordbar. Dies ermöglicht eine Implantierung der Thrombusdetektionseinheit, ohne dass in die Blutbahn eingegriffen werden muss. Hierdurch wird eine für den Körper schonendere Implantierung ermöglicht.

Die Thrombusdetektionseinheit weist bevorzugt eine Strahlenquelle zum Aussenden von
15 Strahlung in die Blutbahn und einen Strahlendetektor zum Detektieren der Strahlung auf, nachdem diese die Blutbahn durchstrahlt hat, wobei die Thrombusdetektionseinheit angepasst ist, einen Thrombus in Abhängigkeit von der detektierten Strahlung zu detektieren. Die Strahlung ist beispielsweise optische Strahlung, Ultraschallstrahlung, et cetera. Die Strahlenquelle ist beispielsweise eine lichtemittierende Diode (LED) und der
20 Strahlendetektor ist beispielsweise eine Fotodiode. Dies ermöglicht eine sehr genaue Detektion eines Thrombus auf Basis der durch den Thrombus geänderten Absorption der Strahlung innerhalb der Blutbahn.

Die Thrombusbeseitigungseinheit kann angepasst sein, den Thrombus aus der Blutbahn zu filtern, um diesen zu beseitigen. Die Thrombusbeseitigungseinheit kann auch ange-
25 passt sein, den Thrombus zu zerstören, um diesen zu beseitigen. Beispielsweise kann die Thrombusbeseitigungseinheit angepasst sein, den Thrombus zu „häckseln“. Das Filtern und Zerstören können auch kombiniert werden, so dass die Thrombusbeseitigungseinheit angepasst ist, den Thrombus zunächst aus der Blutbahn zu filtern und dann den herausgefilterten Thrombus zu zerstören. Dies ermöglicht eine sehr effek-
30 tive Beseitigung des Thrombus.

Die Thrombusbeseitigungseinheit weist bevorzugt eine Ausweich-Blutbahn auf und ist angepasst, einen Thrombus in die Ausweich-Blutbahn zu leiten. Die Thrombusbeseitigungseinheit kann angepasst sein, den Thrombus in der Ausweich-Blutbahn zu beseitigen. Beispielsweise kann eine Filterung des Thrombus aus dem Blut und/oder eine

Zerstörung des Thrombus in der Ausweich-Blutbahn durchgeführt werden. Auch dies führt zu einer sehr effektiven Entfernung des Thrombus aus der Blutbahn.

Die Steuerungseinheit kann angepasst sein, die Thrombusbeseitigungseinheit so zu steuern, dass die Beseitigung des Thrombus aktiviert wird, nachdem, nach Detektion des Thrombus durch die Thrombusdetektionseinheit, eine vorgegebene Zeit abgelaufen ist. Die vorgegebene Zeit kann auf Basis des Abstands zwischen der Thrombusdetektionseinheit und der Thrombusbeseitigungseinheit und der Blutströmungsgeschwindigkeit vorab so bestimmt werden, dass der Vorgang zum Beseitigen des Thrombus sicher aktiviert wird, bevor der detektierte Thrombus die Thrombus-beseitigungseinheit erreichen kann. Beispielsweise kann die Steuerungseinheit so angepasst sein, dass sie einen Zerstörungsprozess wie einen Häckselprozess oder einen Umlenkprozess zum Umlenken des Thrombus in die Ausweich-Blutbahn erst dann startet, wenn nach Detektion des Thrombus eine vorgegebene Zeit abgelaufen ist. Der Mechanismus zum Beseitigen des Thrombus wird daher nur aktiviert, wenn er wirklich benötigt wird, wodurch der Energieverbrauch des Systems reduziert werden kann.

In einer Ausführungsform ist die Steuerungseinheit angepasst, eine Information von einer externen Einheit, die sich außerhalb des Lebewesens befindet, zu empfangen und die Thrombusbeseitigungseinheit in Abhängigkeit von der empfangenen Information zu steuern. Die externe Einheit ist beispielsweise ein Computer, wobei die Information mittels einer drahtlosen Datenverbindung übermittelt werden kann. Beispielsweise kann die Art der Thrombusbeseitigung in Abhängigkeit von der externen Einheit bestimmt werden. Die externe Einheit kann mit einer Cloud-Infrastruktur verbunden sein, in der Steuerungsinformationen erzeugt werden können, die die Steuerung der Thrombusbeseitigungseinheit beschreiben. Die externe Einheit kann auch ein neuronales Netz aufweisen, um Steuerungsinformationen in Abhängigkeit von anderen gesundheitsrelevanten Informationen wie Blutwerten, Patientendaten wie Alter, Geschlecht, Krankengeschichte, et cetera automatisch zu bestimmen.

Die Steuerungseinheit kann angepasst sein, eine weitere zu steuernde Einheit zu steuern. Es ist bevorzugt, dass die weitere zu steuernde Einheit eine oder mehrere Einheiten aufweist, die ausgewählt sind aus einer Gruppe bestehend aus: Herzschrittmacher, Gehirnschrittmacher und Medikamentgabereinheit. In einer Ausführungsform ist die Steuerungseinheit angepasst, eine Information von einer externen Einheit, die sich außerhalb des Lebewesens befindet, zu empfangen und die zu steuernde Einheit in Abhängigkeit von der empfangenen Information zu steuern. Auch hier ist die externe Einheit beispielsweise ein Computer, wobei die Information mittels einer drahtlosen Datenverbindung übermittelt werden kann. Die externe Einheit kann mit einer Cloud-Infrastruktur

verbunden sein, in der Steuerungsinformationen erzeugt werden können, die die Steuerung der weiteren zu steuernden Einheit beschreiben. Die externe Einheit kann auch ein neuronales Netz aufweisen, um Steuerungsinformationen in Abhängigkeit von anderen gesundheitsrelevanten Informationen wie Blutwerten, Patientendaten wie Alter, Geschlecht, Krankenvorgeschichte, Detektion des Thrombus, Grad der Beseitigung des Thrombus, et cetera automatisch zu bestimmen. Das System kann angepasst sein, den Grad der Thrombusbeseitigung bspw. optisch und/oder mittels Ultraschall zu bestimmen. Zum Beispiel kann in Flussrichtung hinter der Thrombusbeseitigungseinheit eine weitere Thrombusdetektionseinheit angeordnet sein, die einen nicht vollständig beseitigten Thrombus detektieren kann. Die Größe, insbesondere die Länge in Flussrichtung, kann vor und nach der Beseitigung bestimmt werden, um den Grad der Beseitigung bspw. durch Bilden einer Differenz oder eines Verhältnisses zu bestimmen.

Das System kann zudem angepasst sein, Detektionsdaten, die die Detektion des Thrombus beschreiben, und/oder Beseitigungsdaten, die die Beseitigung des Thrombus beschreiben, an eine externe Einheit zu senden und/oder in dem System abzuspeichern. Die externe Einheit ist auslesbar, so dass die Detektionsdaten und/oder die Beseitigungsdaten ausgegeben und optional weiter verarbeitet werden können. Die Detektionsdaten beschreiben bspw., dass ein Thrombus detektiert worden ist und wann der Thrombus detektiert worden ist. Auch die Größe des Thrombus, insbesondere die Länge des Thrombus in Strömungsrichtung, kann Teil der Detektionsdaten sein. Die Beseitigungsdaten können beschreiben, ob und, wenn ja, wann ein Thrombus beseitigt worden ist. Auch der Grad der Beseitigung kann Teil der Beseitigungsdaten sein.

Die Thrombusdetektionseinheit kann angepasst sein, neben der Thrombusdetektion eine weitere Eigenschaft des Blutes zu detektieren. Dies kann bspw. mittels Ultraschall oder optisch erfolgen. Insbesondere kann die Thrombusdetektionseinheit angepasst sein, ein optisches Spektrum des Blutes zu erzeugen, insbesondere ein Absorptionsspektrum, und die weitere Eigenschaft des Blutes auf Basis des Spektrums zu bestimmen. Die weiteren Eigenschaften des Blutes können bspw. Blutfettwerte, Blutzuckerwerte, et cetera sein. Diese weiteren Eigenschaften des Blutes können zur Steuerung der Thrombusbeseitigungseinheit und/oder der weiteren zu steuernden Einheit wie einem Herzschrittmacher verwendet werden. Für diese Steuerung kann ein Regelwerk verwendet werden, das die Steuerung in Abhängigkeit von Eingangsdaten wie den Eigenschaften des Blutes, den Grad der Beseitigung eines Thrombus, die Detektion eines Thrombus, et cetera definiert. Dieses Regelwerk kann durch ein neuronales Netz definiert sein. Es sollte verstanden werden, dass der Ausdruck „A und/oder B“ Folgendes beinhaltet: a) A ohne B, b) B ohne A und c) A und B.

Die Erfindung bezieht sich zudem auf ein Verfahren zur Verbesserung des Blutflusses, wobei das Verfahren aufweist:

- Detektieren eines Thrombus in einer Blutbahn eines Lebewesens mittels einer Thrombusdetektionseinheit, und
- 5 - Beseitigen des Thrombus durch eine Thrombusbeseitigungseinheit, wobei eine Steuerungseinheit die Thrombusbeseitigungseinheit so steuert, dass, wenn die Thrombusdetektionseinheit einen Thrombus detektiert hat, dieser mittels der Thrombusbeseitigungseinheit beseitigt wird, wobei die Thrombusdetektionseinheit und die Thrombusbeseitigungseinheit so implantiert sind, dass in Blutströmungsrichtung die
10 Thrombusdetektionseinheit vor der Thrombusbeseitigungseinheit angeordnet ist.

Es sollte verstanden werden, dass das System nach Anspruch 1 und das Verfahren nach 9 ähnliche und/oder identische bevorzugte Ausführungsformen aufweisen, wie sie insbesondere in den abhängigen Ansprüchen definiert sind.

15

Im Folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf folgende Figuren beschrieben, wobei

- Fig. 1 schematisch und exemplarisch eine Person mit einer Ausführungsform eines Systems zur Verbesserung des Blutflusses zeigt,
- 20 Fig. 2 schematisch und exemplarisch Details der Ausführungsform des Systems zur Verbesserung des Blutflusses zeigt,
- Fig. 3 schematisch und exemplarisch eine Thrombusdetektionseinheit des in der Fig. 1 dargestellten Systems zeigt und
- Fig. 4 ein Flussdiagramm zeigt, das eine Ausführungsform eines Verfahrens zur
25 Verbesserung des Blutflusses illustriert.

Fig. 1 zeigt schematisch und exemplarisch eine Person 30 mit einer Ausführungsform eines Systems 1 zur Verbesserung des Blutflusses. Details des Systems 1 sind in der Fig. 2 illustriert. Das System 1 umfasst eine Thrombusdetektionseinheit 2 zum Detektieren eines Thrombus in einer Blutbahn 3 und eine Thrombusbeseitigungseinheit 4 zum
30 Beseitigen des detektierten Thrombus. Die Blutbahn 3 wird durch ein Blutgefäß gebildet, das eine Arterie oder eine Vene sein kann.

Das System 1 umfasst des Weiteren eine Steuerungseinheit 5 zum Steuern der Thrombusbeseitigungseinheit 4, wobei die Steuerungseinheit 5 angepasst ist, die Thrombusbeseitigungseinheit 4 so zu steuern, dass, wenn die Thrombusdetektionseinheit 2 einen Thrombus detektiert, dieser mittels der Thrombusbeseitigungseinheit 4 beseitigt wird. Die Thrombusdetektionseinheit 2, die Thrombusbeseitigungseinheit 4 und die Steuerungseinheit 5 sind so implantiert, dass die Thrombusdetektionseinheit 2 in Blutströmungsrichtung 6 vor der Thrombusbeseitigungseinheit 4 angeordnet ist. In dieser Ausführungsform sind die Thrombusbeseitigungseinheit 4 und die Steuerungseinheit 5 in einer Einheit integriert, wohingegen die Thrombusdetektionseinheit 2 eine separate Einheit bildet, die beabstandet zu der integrierten Thrombusdetektions- und steuerungseinheit angeordnet ist. In einer anderen Ausführungsform können auch sämtliche Einheiten, das heißt die Thrombusdetektionseinheit, die Thrombusbeseitigungseinheit und die Steuerungseinheit, in einer Einheit integriert sein. Zudem können die Thrombusdetektionseinheit, die Thrombusbeseitigungseinheit und die Steuerungseinheit auch jeweils separate Einheiten bilden.

In dieser Ausführungsform ist die Thrombusdetektionseinheit 2 ringförmig um die Blutbahn 3 angeordnet, wie es schematisch und exemplarisch in Fig. 3 illustriert ist. Um die Thrombusdetektionseinheit 2 zu implantieren, kann sie aus zunächst mindestens zwei getrennten Teilen bestehen, die getrennt um die Blutbahn 3 gelegt werden, wo sie dann miteinander verbunden werden, um die Blutbahn 3 zu umschließen. Beispielsweise können diese mindestens zwei Teile der Thrombusdetektionseinheit 2 Steckverbindungen aufweisen, um diese nach dem Anordnen um die Blutbahn 3 herum mittels einer Steckverbindung zu verbinden. Auch andere Verbindungsarten sind möglich wie beispielsweise eine magnetische Verbindung, die mittels entsprechender Magnete erfolgen kann, die an den Enden der mindestens zwei Teile der Thrombusdetektionseinheit 2 angeordnet sein können. Eine gestrichelte Trennlinie 18 zwischen zwei verbundenen Teilen der Thrombusdetektionseinheit 2 ist in Fig. 3 beispielhaft angedeutet.

Die Thrombusdetektionseinheit 2 umfasst eine Strahlenquelle 7 zum Aussenden von Strahlung in die Blutbahn 3 und einen Strahlendetektor 8 zum Detektieren der Strahlung, nachdem diese die Blutbahn 3 durchstrahlt hat. In dieser Ausführungsform sind die Strahlenquelle 7 und der Strahlendetektor 8 jeweils halbkreisförmig um die Blutbahn 3 angeordnet. Die Strahlenquelle 7 kann beispielsweise eine oder mehrere halbkreisförmig angeordnete LEDs und der Strahlendetektor 8 kann eine oder mehrere halbkreisförmig angeordnete Fotodioden aufweisen. In anderen Ausführungsformen können die Strahlenquelle und der Strahlendetektor auch ausgebildet sein, die Blutbahn mittels einer anderen Strahlungsart zu durchstrahlen. Beispielsweise können die Strahlenquelle und

der Strahlendetektor angepasst sein, Ultraschallstrahlung auszusenden und zu detektieren.

Die Thrombusdetektionseinheit 2 umfasst auch eine Steuerungseinheit, wobei diese Steuerungseinheit 9 angepasst ist, die Strahlenquelle 7 und den Strahlendetektor 8 anzusteuern, Detektionssignale, die von der detektierten Strahlung abhängen, von dem Strahlendetektor 8 zu empfangen und auf Basis dieser empfangenen Detektionssignale zu bestimmen, ob sich ein Thrombus in der Blutbahn 3 befindet. Beispielsweise kann die Steuerungseinheit 9 angepasst sein, zu ermitteln, dass sich ein Thrombus in der Blutbahn 3 befindet, wenn das empfangene Detektionssignal anzeigt, dass die detektierte Strahlung niedriger ist als ein vorbestimmter Schwellwert, wobei angenommen wird, dass die reduzierte Strahlung durch einen Thrombus verursacht worden ist, der sich zwischen der Strahlenquelle 7 und dem Strahlendetektor 8 befindet. Die Thrombusdetektionseinheit 2 umfasst des Weiteren eine Kommunikationseinheit 19 zum Kommunizieren mit der Steuerungseinheit 5. Diese Kommunikation kann drahtlos oder drahtgebunden erfolgen, wobei im letzteren Fall die Thrombusbeseitigungseinheit 2 und die Steuerungseinheit 5 mittels einer Drahtverbindung verbunden sind. Wenn die Steuerungseinheit 9 der Thrombusdetektionseinheit 2 bestimmt hat, dass ein Thrombus in der Blutbahn 3 vorhanden ist, wird dies mittels der Kommunikationseinheit 19 an die Steuerungseinheit 5 gemeldet, wonach die Steuerungseinheit 5 ein Beseitigen des Thrombus einleitet.

Die Thrombusdetektionseinheit 2 umfasst des Weiteren eine Stromversorgung 10 zum Versorgen der unterschiedlichen Komponenten der Thrombusbeseitigungseinheit 2 mit elektrischer Energie. In dieser Ausführungsform wird die zur Verfügung gestellte elektrische Energie mittels der Steuerungseinheit 9 an die verschiedenen Komponenten der Thrombusbeseitigungseinheit 2 verteilt. Die Stromquelle 10 ist bevorzugt eine Batterie.

Die Thrombusbeseitigungseinheit 4 umfasst eine Ausweich-Blutbahn 11, die durch ein Gehäuse 17 gebildet wird. Die Ausweich-Blutbahn 11 umfasst einen Eingangsbereich 20, durch den das Blut von der Blutbahn 3 in die Ausweich-Blutbahn 11 fließen kann, und einen Ausgangsbereich 21, durch den das Blut von der Ausweich-Blutbahn 11 in die Blutbahn 3 zurückfließen kann. Die Thrombusbeseitigungseinheit 4 ist angepasst, einen detektierten Thrombus in die Ausweich-Blutbahn 11 zu leiten und dort zu beseitigen, so dass in dem Ausgangsbereich 21 Blut in die Blutbahn 3 zurückströmt, in dem kein Thrombus mehr vorhanden ist. In dieser Ausführungsform erfolgt das Beseitigen des Thrombus in der Ausweich-Blutbahn mittels einer Filtereinheit 15. Die Filtereinheit 15 ist bevorzugt austauschbar und kann auch als Filterpatrone bezeichnet werden. Die Filter-

einheit 15 kann Öffnungen aufweisen, die ein Durchströmen von Blut ermöglichen, aber den Thrombus nicht passieren lassen.

Im Eingangsbereich 20 der Ausweich-Blutbahn 11 befindet sich ein aktiver Durchflussregler 12, der durch die Steuerungseinheit 5 gesteuert wird. In dieser Ausführungsform umfasst der aktive Durchflussregler 12 ein Verschlusselement 14, das mittels eines Motors 13, der auch als Mikromotor aufgefasst werden könnte, betätigbar ist. Insbesondere sind der Motor 13 und das Verschlusselement 14 so angepasst, dass das Verschlusselement 14 zwischen einer Verschlussstellung, die in Fig. 2 durchgezogen illustriert ist, und einer Öffnungsstellung, die in Fig. 2 gestrichelt illustriert ist, schwenkbar ist. In der Verschlussstellung ist die Ausweich-Blutbahn 11 durch das Verschlusselement 14 verschlossen, so dass kein Blut in die Ausweich-Blutbahn 11 strömen kann. In der Öffnungsstellung ist der Eingangsbereich 20 der Ausweich-Blutbahn 11 geöffnet, so dass Blut von der Blutbahn 3 in die Ausweich-Blutbahn 11 strömen kann. Zudem verschließt in der Öffnungsstellung das Verschlusselement 14 die Blutbahn 3, so dass der Thrombus nicht an der Ausweich-Blutbahn 11 vorbei durch die Blutbahn 3 fließen kann. Die Steuerungseinheit 5 ist mit dem Motor 13 bevorzugt mittels eines Drahtes verbunden, so dass die Steuerungseinheit 5 den aktiven Durchflussregler 12 ansteuern kann. In einer anderen Ausführungsform kann diese Verbindung auch drahtlos erfolgen.

Grundsätzlich befindet sich der aktive Durchflussregler 12 in der Verschlussstellung, so dass das Blut durch die Blutbahn 3 an der Ausweich-Blutbahn 11 vorbeiströmen kann. Wenn allerdings die Thrombusdetektionseinheit 2 einen Thrombus detektiert, so wird diese Detektion von der Thrombusdetektionseinheit 2 an die Steuerungseinheit 5 gemeldet, wonach die Steuerungseinheit 5 den aktiven Durchflussregler 12 so steuert, dass er von der Verschlussstellung in die Öffnungsstellung wechselt und das Blut und damit der Thrombus im Eingangsbereich 20 der Ausweich-Blutbahn 11 in diese hinein gelenkt wird und durch die Filtereinheit 15 fließt, in der der Thrombus zurückgehalten wird. Die Steuerungseinheit 5 kann so ausgebildet sein, dass sie den aktiven Durchflussregler 12 so ansteuert, dass sofort von der Verschlussstellung in die Öffnungsstellung gewechselt wird, nachdem die Steuerungseinheit 5 über die Detektion des Thrombus informiert worden ist. Die Steuerungseinheit 5 kann aber auch so angepasst sein, dass von der Verschlussstellung des aktiven Durchflussreglers 12 zu der Öffnungsstellung des aktiven Durchflussreglers 12 erst gewechselt wird, nachdem, nach der Detektion des Thrombus durch die Thrombusdetektionseinheit 2, eine vorgegebene Zeit abgelaufen ist. Diese vorgegebene Zeit ist bevorzugt unter Berücksichtigung des Abstandes zwischen der Thrombusdetektionseinheit 2 und der Thrombusbeseitigungseinheit 4 und der maximal zu erwartenden Blutströmungsgeschwindigkeit bestimmt worden. Insbesondere ist diese vorgegebene Zeit so bestimmt, dass sich der aktive Durchflussregler 12 sicher in der

Öffnungsstellung befindet, wenn ein von der Thrombusdetektionseinheit 2 detektierter Thrombus die Thrombusbeseitigungseinheit 4 erreicht hat.

Im Ausgangsbereich 21 der Ausweich-Blutbahn 11 befindet sich ein passiver Durchflussregler 16, der auch als passives Ventil aufgefasst werden kann und der Blut nur von der
5 Ausweich-Blutbahn 11 in die Blutbahn 3 fließen lässt.

Die Thrombusbeseitigungseinheit 4 umfasst des Weiteren eine Kommunikationseinheit 22 zum Kommunizieren mit der Thrombusdetektionseinheit 2 und bevorzugt auch zum Kommunizieren mit einer externen, außerhalb des Patienten befindlichen Kommunikati-
10 onseinheit. Zudem umfasst die Thrombusbeseitigungseinheit 4 eine Stromquelle 23, insbesondere eine Batterie. Die Stromquelle 23 ist angepasst, die einzelnen Komponenten, insbesondere die Steuerungseinheit 5 und den Motor 13, mit elektrischer Energie zu versorgen. In dieser Ausführungsform sind die Kommunikationseinheit 22 und die Strom-
15 quelle 23 in der Steuerungseinheit 5 integriert. In anderen Ausführungsformen können diese Einheiten auch getrennt von der Steuerungseinheit 5 angeordnet sein. Zudem kann in einer Ausführungsform das Gesamtsystem nur eine Stromquelle aufweisen, wobei diese Stromquelle dann sowohl die Thrombusdetektionseinheit 2 als auch die Thrombusbeseitigungseinheit 4 mit elektrischer Energie versorgt.

Im Folgenden wird ein Verfahren zur Verbesserung des Blutflusses anhand der Fig. 4 näher beschrieben.

20 In Schritt 101 detektiert die Thrombusdetektionseinheit 2 einen Thrombus in der Blutbahn 3 und meldet dies an die Steuerungseinheit 5. In Schritt 102 steuert die Steuerungseinheit 5 die Thrombusbeseitigungseinheit 4 derart, dass die Thrombusbeseitigungseinheit 4 den detektierten Thrombus beseitigt.

Die Thrombusbeseitigungseinheit 4 befindet sich bevorzugt in Strömungsrichtung des
25 Blutes näher am Herzen oder Gehirn als die Thrombusdetektionseinheit. Die Steuerungseinheit 5 ist bevorzugt angepasst, den aktiven Durchflussregler 12 so zu steuern, dass, nachdem ein detektierter Thrombus in die Ausweich-Blutbahn 11 umgelenkt worden ist, sich der aktive Durchflussregler 12 wieder in der Verschlussstellung befindet, so dass das Blut wieder an der Ausweich-Blutbahn 11 vorbei durch die eigentliche Blutbahn
30 3 fließen kann. Beispielsweise kann die Steuerungseinheit 5 angepasst sein, den aktiven Durchflussregler 12 so zu steuern, dass sich der aktive Durchflussregler 12 wieder in der Verschlussstellung befindet, nachdem nach der Detektion des Thrombus durch die Thrombusdetektionseinheit 2 eine vorgegebene Zeit abgelaufen ist. Diese vorgegebene Zeit hängt bevorzugt von dem Abstand zwischen der Thrombusdetektionseinheit 2 und

der Thrombusbeseitigungseinheit 4 und der minimal zu erwartenden Blutströmungsgeschwindigkeit ab. Die vorgegebene Zeit ist unter Berücksichtigung dieser Parameter bevorzugt so ausgewählt, dass davon ausgegangen werden kann, dass sich der Thrombus sicher in der Ausweich-Blutbahn 11 befindet, wenn der aktive Durchflussregler 12 wieder von der Öffnungsstellung in die Verschlussstellung bewegt wird. Alternativ oder zusätzlich kann auch ein Sensor zum Detektieren des Thrombus in der Ausweich-Blutbahn 11 vorhanden sein. Dieser Sensor kann, ähnlich wie die Thrombusdetektionseinheit 2, eine Strahlenquelle und einen Strahlendetektor aufweisen, wobei in Abhängigkeit von der detektierten Strahlenintensität bestimmt werden kann, ob sich der von der Thrombusdetektionseinheit 2 detektierte Thrombus mittlerweile in der Ausweich-Blutbahn 11 befindet.

Wenn beispielsweise die detektierte Strahlenintensität in der Ausweich-Blutbahn 11 nach Detektion des Thrombus durch die Thrombusdetektionseinheit 2 um einen vorgegebenen Prozentsatz sinkt und/oder unter einen vorgegebenen Intensitätsschwellwert fällt, kann bestimmt werden, dass der Thrombus in die Ausweich-Blutbahn 11 umgelenkt worden ist. Die Thrombusbeseitigungseinheit 4 kann auch einen Sensor aufweisen, um zu ermitteln, ob die Filtereinheit 15 beispielsweise auf Grund bereits herausgefilterter Thromben so gefüllt ist, dass sie entleert bzw. ausgetauscht werden muss. Auch hierzu kann eine Kombination aus einer Strahlenquelle und einem Strahlendetektor verwendet werden. Die Strahlenquelle und der Strahlendetektor können so angeordnet sein, dass eine zu leerende oder auszutauschende Filtereinheit 15 durch eine Abnahme der detektierten Strahlenintensität bemerkbar wird. Auch hier können beispielsweise Vergleiche mit Schwellwerten verwendet werden, um zu ermitteln, ob die Filtereinheit 15 zu entleeren bzw. auszutauschen ist.

Die Steuerungseinheit 5 kann angepasst sein, eine Information von einer externen Einheit 31, die beispielsweise ein externer Computer ist, der sich außerhalb der Person 30 befindet, zu empfangen und die Thrombusbeseitigungseinheit 4 und/oder eine weitere zu steuernde Einheit 32 in Abhängigkeit von der empfangenen Information zu steuern. Hierzu wird eine drahtgebundene oder drahtlose Datenverbindung zwischen der Steuerungseinheit 5 und der weiteren zu steuernden Einheit 32 verwendet. Die zu steuernde Einheit 32 ist in dieser Ausführungsform ein Herzschrittmacher. In einer anderen Ausführungsform kann die zu steuernde Einheit 32 aber auch eine andere Einheit sein, die den Gesundheitszustand der Person 30 beeinflussen kann, wie beispielsweise ein Gehirnschrittmacher oder eine Medikamentgabereinheit. Die Steuerungseinheit 5 kann auch mehrere zu steuernde Einheiten steuern wie beispielsweise einen Herzschrittmacher, einen Gehirnschrittmacher und eine Medikamentgabereinheit.

Die externe Einheit 31 kann mit einer Cloud-Infrastruktur verbunden sein, in der Steuerungsinformationen erzeugt werden können, die die Steuerung der Thrombusbeseitigungseinheit 4 beschreiben. Die externe Einheit kann auch ein neuronales Netz oder ein anderes Regelwerk aufweisen, um Steuerungsinformationen in Abhängigkeit von anderen gesundheitsrelevanten Informationen wie Blutwerten, Patientendaten wie Alter, Geschlecht, Krankenvorgeschichte, et cetera automatisch zu bestimmen.

Die Steuerungseinheit 5 kann auch angepasst sein, Informationen, die von der Thrombusdetektionseinheit 2 bereitgestellt werden, und/oder Informationen von der weiteren zu steuernden Einheit 32 zu speichern, um diese der externen Einheit 31 oder einer anderen externen Einheit zu Analysezwecken zur Verfügung stellen zu können. Zudem kann die Thrombusdetektionseinheit angepasst sein, neben der Thrombusdetektion eine weitere Eigenschaft des Blutes zu detektieren. Hierzu kann bspw. mittels der Strahlenquelle 7 und des Strahlendetektors 8 ein Absorptionsspektrum des Blutes bestimmt werden, das die Thrombusdetektionseinheit zum Detektieren der weiteren Eigenschaft des Blutes verwenden kann.

Auch eine Information über diese weitere Eigenschaft des Blutes kann von der Steuerungseinheit abgespeichert werden und/oder an die externe Einheit 31 gesendet werden. Die weiteren Eigenschaften des Blutes können bspw. Blutfettwerte, Blutzuckerwerte, et cetera sein. Diese weiteren Eigenschaften des Blutes können zur Steuerung der Thrombusbeseitigungseinheit 4 und/oder der weiteren zu steuernden Einheit 32 verwendet werden. Für diese Steuerung kann ein Regelwerk verwendet werden, das die Steuerung in Abhängigkeit von Eingangsdaten wie den Eigenschaften des Blutes, den Grad der Beseitigung eines Thrombus, die Detektion eines Thrombus, et cetera definiert. Dieses Regelwerk kann durch ein neuronales Netz definiert sein.

Obwohl in der Ausführungsform, die oben unter Bezugnahme auf die Figuren 2 und 3 beschrieben worden ist, die Thrombusbeseitigungseinheit angepasst ist, den Thrombus herauszufiltern, kann in anderen Ausführungsformen die Thrombusbeseitigungseinheit angepasst sein, den Thrombus auf eine andere Art und Weise zu entfernen. Beispielsweise kann die Thrombusbeseitigungseinheit angepasst sein, den Thrombus zu zerstören. Hierzu kann dieser ein Häckselwerk aufweisen, das bevorzugt motorisch angetrieben wird. Die Steuerung des Motors für das Häckselwerk kann über die Steuerungseinheit 5 erfolgen. Das Häckselwerk kann beispielsweise kleine, gegensätzlich rotierende Messerschneiden aufweisen, die den Thrombus so stark verkleinern, dass er keine Infarktgefahr mehr darstellt.

Obwohl in der oben unter Bezugnahme auf die Figuren 2 und 3 beschriebenen Ausführungsform die Thrombusbeseitigungseinheit eine Ausweich-Blutbahn aufweist, kann in einer anderen Ausführungsform auch keine Ausweich-Blutbahn vorhanden sein, wobei in diesem Fall die Thrombusbeseitigungseinheit bevorzugt direkt in die Blutbahn implantiert ist. In diesem Fall ist die Thrombusbeseitigungseinheit bevorzugt angepasst, den Thrombus zu zerstören beispielsweise mittels des oben genannten Häckselwerks.

Obwohl in der oben unter Bezugnahme auf die Figuren 2 und 3 beschriebenen Ausführungsform die Thrombusdetektionseinheit 2 ringförmig um die Blutbahn 3 angeordnet ist, kann in einer anderen Ausführungsform die Thrombusdetektionseinheit auch anders angeordnet sein. Beispielsweise kann diese Einheit in die Blutbahn 3 implantiert sein.

Obwohl in der oben unter Bezugnahme auf die Figuren 2 und 3 beschriebenen Ausführungsform im Ausgangsbereich der Ausweich-Blutbahn 11 ein passiver Durchflussregler 16 vorhanden ist, kann dieser in anderen Ausführungsformen fehlen, so dass in diesem Ausgangsbereich 21 Blut ungehindert von der Ausweich-Blutbahn 11 in die eigentliche Blutbahn 3 strömen kann. Dies ist möglich, da der Thrombus mittels der Filtereinheit 15 herausgefiltert worden ist oder in anderen Ausführungsformen der Thrombus zerstört worden ist. Das im Ausgangsbereich 21 strömende Blut ist demnach ausreichend dünnflüssig. Das System 1, insbesondere die Thrombusbeseitigungseinheit 4, kann auch einen Geschwindigkeitssensor zum Messen der Geschwindigkeit der Blutströmung aufweisen. Mit dieser Information und dem bekannten Abstand zwischen der Thrombusdetektionseinheit 2 und der Thrombusbeseitigungseinheit 4 kann die Steuerungseinheit 5 eine Zeit berechnen, die der detektierte Thrombus benötigt, um von der Thrombusdetektionseinheit 2 zu der Thrombusbeseitigungseinheit 4 zu strömen. Diese Zeit kann verwendet werden, um sicherzustellen, dass der aktive Durchflussregler 12 den Thrombus in die Ausweich-Blutbahn 11 lässt, wenn dieser die Thrombusbeseitigungseinheit 4 erreicht hat. Zudem kann die Steuerungseinheit 5 mittels dieser Informationen berechnen, wann der Thrombus sicher die Ausweich-Blutbahn 11 erreicht hat, so dass die Steuerungseinheit 5 eine entsprechende Zeit vorgeben kann. Diese Zeit kann dann dazu verwendet werden, den aktiven Durchflussregler 12 so zu steuern, dass die Ausweich-Blutbahn 11 wieder verschlossen und die Hauptblutbahn 3 wieder freigegeben wird, wenn sich der Thrombus in der Ausweich-Blutbahn 11 befindet. In einer anderen Ausführungsform können diese Zeiten auch beispielsweise von einem Chirurgen, der das System implantiert, vorgegeben werden.

Obwohl in der oben unter Bezugnahme auf die Figuren 2 und 3 beschriebenen Ausführungsform das Verschlusselement des aktiven Durchflussreglers mittels eines Motors betätigt wird, kann das Verschlusselement auch auf eine andere Art betätigbar sein. Das

Verschlusselement kann beispielsweise elektromechanisch, elektrisch, pneumatisch, et cetera betätigbar sein.

In dieser Ausführungsform umfasst der aktive Durchflussregler 12 ein Verschlusselement 14, das mittels eines Motors 13, der auch als Mikromotor aufgefasst werden könnte, betätigbar ist. Insbesondere sind der Motor 13 und das Verschlusselement 14 so angepasst, dass das Verschlusselement 14 zwischen einer Verschlussstellung, die in Fig. 2 durchgezogen illustriert ist, und einer Öffnungsstellung, die in Fig. 2 gestrichelt illustriert ist, schwenkbar ist.

Sämtliche Komponenten, die mit dem Körper des Patienten in Kontakt kommen, sind bevorzugt aus biokompatiblen Material hergestellt.

Die Filtereinheit 15 ist bevorzugt eine Filterpatrone, wobei das Gehäuse 17 der Thrombusbeseitigungseinheit 4 bevorzugt eine verschließbare Öffnung aufweist, die es einem Chirurgen ermöglicht, die Filterpatrone zu entnehmen, so dass diese ausgeleert und gereinigt bzw. ausgetauscht werden kann. Während der Entnahme der Filterpatrone befindet sich der aktive Durchflussregler 12 in der Verschlussstellung, in der kein Blut in die Ausweich-Blutbahn 11 fließt.

Obwohl in der Fig. 1 das System 1 an einer bestimmten Stelle am Körper der Person 30 dargestellt ist, kann das System 1 auch an einer anderen Stelle am Körper angeordnet sein.

In den Ansprüchen schließen die Wörter „aufweisen“ und „umfassen“ nicht andere Elemente oder Schritte aus und der unbestimmte Artikel „ein“ schließt eine Mehrzahl nicht aus.

Eine einzelne Einheit oder Vorrichtung kann die Funktionen mehrerer Elemente durchführen, die in den Ansprüchen aufgeführt sind. Die Tatsache, dass einzelne Funktionen und Elemente in unterschiedlichen abhängigen Ansprüchen aufgeführt sind, bedeutet nicht, dass nicht auch eine Kombination dieser Funktionen oder Elemente vorteilhaft verwendet werden könnte.

Die Steuerung des Systems zur Verbesserung des Blutflusses gemäß dem Verfahren zur Verbesserung des Blutflusses kann als Programmcode eines Computerprogrammes und/oder als entsprechende Hardware implementiert sein.

Ein Computerprogramm kann auf einem geeigneten Medium gespeichert und/oder verteilt werden, wie beispielsweise einem optischen Speichermedium oder einem Festkörperspeichermedium, das zusammen mit oder als Teil anderer Hardware vertrieben wird. Das Computerprogramm kann aber auch in anderen Formen vertrieben werden, beispielsweise über das Internet oder andere Telekommunikationssysteme.

Die Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht derart zu verstehen, dass der Gegenstand und der Schutzbereich der Ansprüche durch diese Bezugszeichen eingeschränkt sind.

Ansprüche

1. System zur Verbesserung des Blutflusses, wobei das System (1) aufweist:
- eine Thrombusdetektionseinheit (2) zum Detektieren eines Thrombus in einer Blutbahn (3) eines Lebewesens,
 - eine Thrombusbeseitigungseinheit (4) zum Beseitigen des Thrombus,
 - eine Steuerungseinheit (5) zum Steuern der Thrombusbeseitigungseinheit (4), wobei die Steuerungseinheit (5) angepasst ist, die Thrombusbeseitigungseinheit (4) so zu steuern, dass, wenn die Thrombusdetektionseinheit (2) einen Thrombus detektiert hat, dieser mittels der Thrombusbeseitigungseinheit (4) beseitigt wird,
- wobei die Thrombusdetektionseinheit (2) und die Thrombusbeseitigungseinheit (4) so implantierbar sind, dass in Blutströmungsrichtung (6) die Thrombusdetektionseinheit (2) vor der Thrombusbeseitigungseinheit (4) angeordnet ist.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Thrombusdetektionseinheit (2) ringförmig um die Blutbahn (3) anordbar ist.
3. System nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Thrombusdetektionseinheit (2) eine Strahlenquelle (7) zum Aussenden von Strahlung in die Blutbahn (3) und einen Strahlendetektor (8) zum Detektieren der Strahlung, nachdem diese die Blutbahn (3) durchstrahlt hat, aufweist, wobei die Thrombusdetektionseinheit (2) angepasst ist, einen Thrombus in Abhängigkeit von der detektierten Strahlung zu detektieren.
4. System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Thrombusbeseitigungseinheit (4) angepasst ist, den Thrombus aus der Blutbahn (3) zu filtern, um diesen zu beseitigen.
5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Thrombusbeseitigungseinheit (4) angepasst ist, den Thrombus zu zerstören, um diesen zu beseitigen.
6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Thrombusbeseitigungseinheit (4) eine Ausweich-Blutbahn (11) aufweist und angepasst ist, einen Thrombus in die Ausweich-Blutbahn (11) zu leiten.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Thrombusbeseitigungseinheit (4) angepasst ist, den Thrombus in der Ausweich-Blutbahn (11) zu beseitigen.

5 8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (5) angepasst ist, die Thrombusbeseitigungseinheit so zu steuern, dass die Beseitigung des Thrombus aktiviert wird, nachdem nach Detektion des Thrombus durch die Thrombusdetektionseinheit (2) eine vorgegebene Zeit abgelaufen ist.

10

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (5) angepasst ist, eine Information von einer externen Einheit (31), die sich außerhalb des Lebewesens (30) befindet, zu empfangen und die Thrombusbeseitigungseinheit (4) in Abhängigkeit von der empfangenen Information zu steuern.

15

10. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (5) angepasst ist, eine weitere zu steuernde Einheit (32) zu steuern.

20

11. System nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere zu steuernde Einheit (32) eine oder mehrere Einheiten aufweist, die ausgewählt sind aus einer Gruppe bestehend aus: Herzschrittmacher, Gehirnschrittmacher und Medikamentgabereinheit.

25

12. System nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinheit (5) angepasst ist, eine Information von einer externen Einheit (31), die sich außerhalb des Lebewesens (30) befindet, zu empfangen und die zu steuernde Einheit (32) in Abhängigkeit von der empfangenen Information zu steuern.

30

13. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Thrombusdetektionseinheit (2) angepasst ist, neben der Thrombusdetektion eine weitere Eigenschaft des Blutes zu detektieren.

35

14. Verfahren zur Verbesserung des Blutflusses, wobei das Verfahren aufweist:
- Detektieren eines Thrombus in einer Blutbahn eines Lebewesens (30) mittels einer Thrombusdetektionseinheit, und

- Beseitigen des Thrombus durch eine Thrombusbeseitigungseinheit, wobei eine Steuerungseinheit die Thrombusbeseitigungseinheit so steuert, dass, wenn die Thrombusdetektionseinheit einen Thrombus detektiert hat, dieser mittels der Thrombusbeseitigungseinheit beseitigt wird,
- 5 wobei die Thrombusdetektionseinheit (2) und die Thrombusbeseitigungseinheit (4) so implantiert sind, dass in Blutströmungsrichtung (6) die Thrombusdetektionseinheit (2) vor der Thrombusbeseitigungseinheit (4) angeordnet ist.

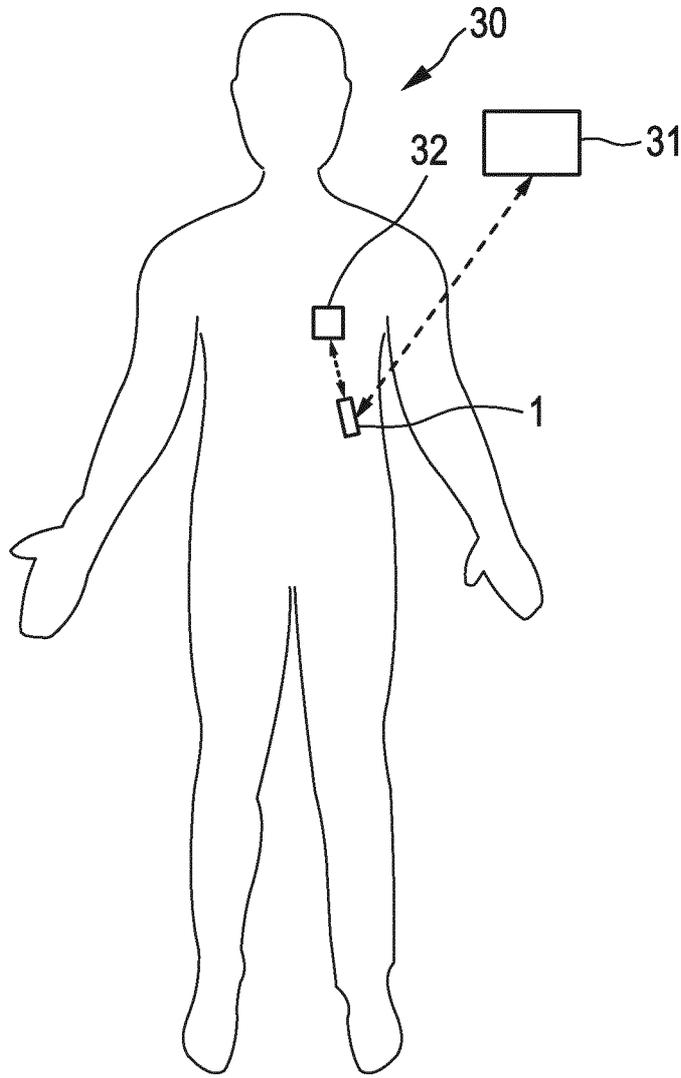


FIG. 1

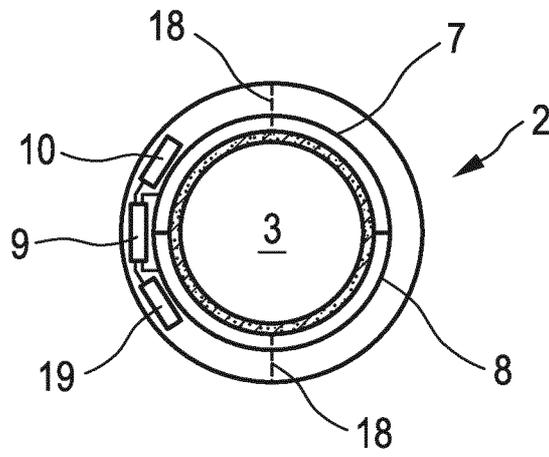


FIG. 3

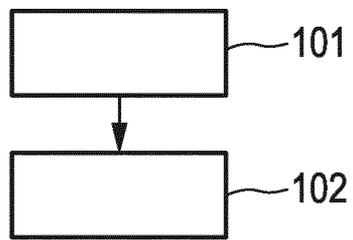


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2016/077506

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B5/02 A61B17/22 A61B17/3207 A61F2/01 A61B8/08 ADD. A61B17/00				
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) A61B A61F				
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 practicable, 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.		
X	US 2014/135815 A1 (HYDE RODERICK A [US] ET AL) 15 May 2014 (2014-05-15)	1-4,6, 8-13		
Y	paragraphs [0150] - [0193]; figures 2A, 2B paragraphs [0233] - [0236]; figure 22 paragraphs [0254] - [0261]; figure 25 -----	5,7		
Y	US 2002/165575 A1 (SALEH FATHY M A [US]) 7 November 2002 (2002-11-07) paragraphs [0002], [0007], [0011], [0030] - [0042], [0048], [0054] - [0058]; figures 1-4,11 -----	5,7		
A	US 5 053 008 A (BAJAJ SANDEEP [US]) 1 October 1991 (1991-10-01) the whole document -----	1-13		
----- -/--				
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents : <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none; vertical-align: top;"> "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"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 "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 "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 "&" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"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 "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 "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 "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report			
12 December 2016	19/12/2016			
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 Friedrich, Franz			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/077506

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 2007/156211 A1 (FERREN BRAN [US] ET AL) 5 July 2007 (2007-07-05) paragraph [0200]; figure 50A/B -----	1,3,5,7
A	WO 2015/130184 A1 (VELJA STEFAN [RS]) 3 September 2015 (2015-09-03) the whole document -----	1-13
A	US 2006/178695 A1 (DECANT LEONARD J JR [US] ET AL) 10 August 2006 (2006-08-10) paragraphs [0010] - [0012], [0053] - [0077]; figures 1-10 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2016/077506

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.: 14
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

In accordance with PCT 17(2)(a)(i) and PCT Rule 39.1(iv) no search has been carried out in respect of the subject matter of claim 14 because the claim relates to a method for treatment of the human body by therapy/surgery.

- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2016/077506

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014135815 A1	15-05-2014	US 2014135815 A1 US 2014135816 A1 US 2016310256 A1	15-05-2014 15-05-2014 27-10-2016

US 2002165575 A1	07-11-2002	EP 1429834 A1 US 2002165575 A1 WO 02089898 A1	23-06-2004 07-11-2002 14-11-2002

US 5053008 A	01-10-1991	NONE	

US 2007156211 A1	05-07-2007	US 2007156211 A1 US 2007225633 A1 WO 2007130639 A2	05-07-2007 27-09-2007 15-11-2007

WO 2015130184 A1	03-09-2015	RS 20140090 A1 WO 2015130184 A1	31-10-2014 03-09-2015

US 2006178695 A1	10-08-2006	CA 2603217 A1 EP 1850905 A2 US 2006178695 A1 WO 2006084156 A2	10-08-2006 07-11-2007 10-08-2006 10-08-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/077506

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. A61B5/02 A61B17/22 A61B17/3207 A61F2/01 A61B8/08 ADD. A61B17/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) A61B A61F		
Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten 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.
X	US 2014/135815 A1 (HYDE RODERICK A [US] ET AL) 15. Mai 2014 (2014-05-15)	1-4,6, 8-13
Y	Absätze [0150] - [0193]; Abbildungen 2A, 2B Absätze [0233] - [0236]; Abbildung 22 Absätze [0254] - [0261]; Abbildung 25	5,7
Y	US 2002/165575 A1 (SALEH FATHY M A [US]) 7. November 2002 (2002-11-07) Absätze [0002], [0007], [0011], [0030] - [0042], [0048], [0054] - [0058]; Abbildungen 1-4,11	5,7
A	US 5 053 008 A (BAJAJ SANDEEP [US]) 1. Oktober 1991 (1991-10-01) das ganze Dokument	1-13
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "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) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 12. Dezember 2016		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 19/12/2016
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 Friedrich, Franz

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2007/156211 A1 (FERREN BRAN [US] ET AL) 5. Juli 2007 (2007-07-05) Absatz [0200]; Abbildung 50A/B -----	1,3,5,7
A	WO 2015/130184 A1 (VELJA STEFAN [RS]) 3. September 2015 (2015-09-03) das ganze Dokument -----	1-13
A	US 2006/178695 A1 (DECANT LEONARD J JR [US] ET AL) 10. August 2006 (2006-08-10) Absätze [0010] - [0012], [0053] - [0077]; Abbildungen 1-10 -----	1

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. Ansprüche Nr. 14
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
Gemäß Artikel 17(2)(a)(i) and Regel 39.1(iv) PCT wurde der Gegenstand von Anspruch 14 nicht gesucht, da es sich hierbei um eine therapeutische/chirurgische Behandlungsmethode des menschlichen Körpers handelt.
2. Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/077506

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2014135815 A1	15-05-2014	US 2014135815 A1 US 2014135816 A1 US 2016310256 A1	15-05-2014 15-05-2014 27-10-2016
US 2002165575 A1	07-11-2002	EP 1429834 A1 US 2002165575 A1 WO 02089898 A1	23-06-2004 07-11-2002 14-11-2002
US 5053008 A	01-10-1991	KEINE	
US 2007156211 A1	05-07-2007	US 2007156211 A1 US 2007225633 A1 WO 2007130639 A2	05-07-2007 27-09-2007 15-11-2007
WO 2015130184 A1	03-09-2015	RS 20140090 A1 WO 2015130184 A1	31-10-2014 03-09-2015
US 2006178695 A1	10-08-2006	CA 2603217 A1 EP 1850905 A2 US 2006178695 A1 WO 2006084156 A2	10-08-2006 07-11-2007 10-08-2006 10-08-2006