

(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
06. Mai 2021 (06.05.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/083939 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61F 9/007 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/080249

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Oktober 2020 (28.10.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 216 670.9
29. Oktober 2019 (29.10.2019) DE

(71) Anmelder: **CARL ZEISS MEDITEC AG** [DE/DE];
Göschwitzer Str. 51 - 52, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder: **KÜBLER, Christoph**; Albert-Schweitzer-Straße 33, 73447 Oberkochen (DE). **KOHLHAMMER, Susanne**; Marie-Lang Weg 4, 89134 Blaustein (DE). **NEU-MAIER, Markus**; Schäferweg 5, 73432 Aalen (DE).

(74) Anwalt: **CARL ZEISS AG - PATENTABTEILUNG**;
Carl-Zeiss-Strasse 22, 73447 Oberkochen (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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

(54) Title: OPHTHALMO-SURGICAL CONTROL MODULE ASSEMBLY

(54) Bezeichnung: OPHTHALMOCHIRURGISCHE STEUERUNGSMODULVORRICHTUNG

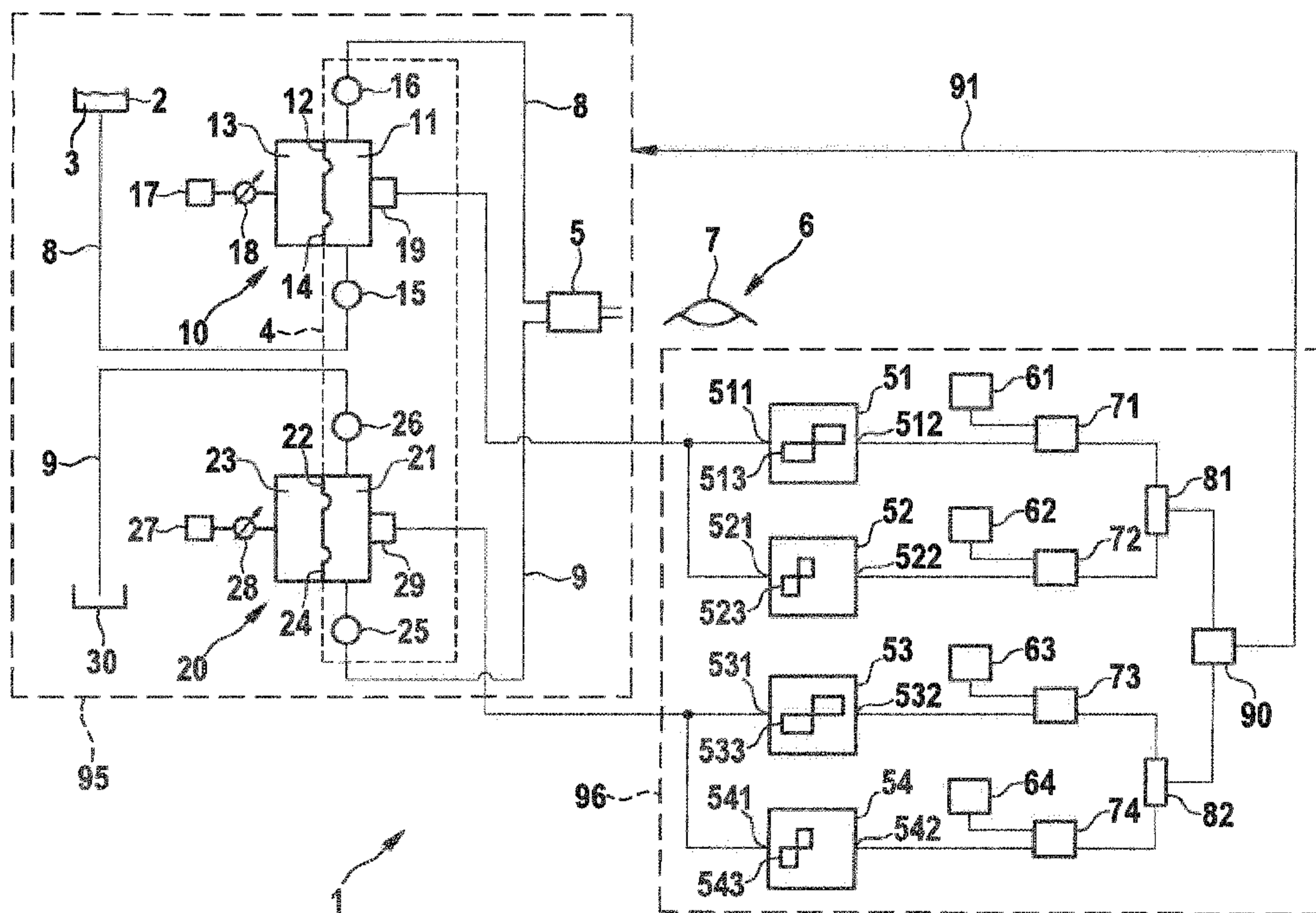


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an ophthalmic surgical control module assembly (96), comprising: - a first convolution function assembly (51), which is configured to receive, at the input (511) thereof, a first measuring signal acquired on an irrigation fluid line (8) from a first measuring assembly (19), and to output, at the output (512) thereof, a value, convoluted by means of a first convolution function (513), for a time derivation of the first measuring signal, wherein the first convolution function (513) has a first period (t1), - a first threshold assembly (61), with which a first threshold value (51) for the time derivation of the first measuring signal can be configured, - a first comparator assembly (71), which is configured to receive the value of the time derivation of the first measuring signal output by the first convolution function assembly (51) and to receive the first threshold value (51) and after a predefined first



WO 2021/083939 A1

TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)

time to compare the value output for the time derivation of the first measuring signal and the first threshold value (51) with one another and to output a first comparison result, - a second convolution function assembly (52), - a second threshold assembly (62), - a second comparator assembly (72), which is configured to output a second comparison result, - a first evaluation assembly (81), which is configured to receive and to evaluate the first comparison result and the second comparison result and to output a first evaluation signal, - an actuation assembly (90), which is configured to receive the first evaluation signal and to provide, as a function of the first evaluation signal, a control signal (91) to control a parameter of an ophthalmic device (95).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung (96), aufweisend: - eine erste Faltungsfunktionsvorrichtung (51), welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang (511) ein an einer Irrigationsfluidleitung (8) erfasstes erstes Messsignal von einer ersten Messvorrichtung (19) zu empfangen, und an ihrem Ausgang (512) einen mittels einer ersten Faltungsfunktion (513) gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals auszugeben, wobei die erste Faltungsfunktion (513) eine erste Zeitdauer (t1) besitzt, - eine erste Schwellwertvorrichtung (61), mit welcher sich ein erster Schwellwert (51) für die zeitliche Ableitung des ersten Messsignals einrichten lässt, - eine erste Vergleichsvorrichtung (71), welche eingerichtet ist, den von der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung (51) ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals zu empfangen und den ersten Schwellwert (51) zu empfangen und nach einem vorbestimmten ersten Zeitpunkt den ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals und den ersten Schwellwert (51) miteinander zu vergleichen und ein erstes Vergleichsergebnis auszugeben, - eine zweite Faltungsfunktionsvorrichtung (52), - eine zweite Schwellwertvorrichtung (62), - eine zweite Vergleichsvorrichtung (72), welche eingerichtet ist, ein zweites Vergleichsergebnis auszugeben, - eine erste Auswertevorrichtung (81), welche eingerichtet ist, das erste Vergleichsergebnis und das zweite Vergleichsergebnis zu empfangen und auszuwerten und ein erstes Auswertesignal auszugeben, - eine Ansteuerungsvorrichtung (90), welche eingerichtet ist, das erste Auswertesignal zu empfangen und in Abhängigkeit von dem ersten Auswertesignal ein Steuersignal (91) zur Steuerung eines Parameters einer ophthalmochirurgischen Einrichtung (95) bereitzustellen.

Ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung.

5 Zur Behandlung einer Augenlinsentrübung, welcher in der Medizin als grauer Star bezeichnet wird, gibt es mehrere chirurgische Techniken. Die am weitesten verbreitete Technik ist die Phakoemulsifikation, bei der eine dünne Hohnadel in die Augenlinse eingeführt und zu
10 Ultraschallschwingungen angeregt wird. Die vibrierende Hohnadel emulsifiziert in ihrer nächsten Umgebung die Linse derart, dass die entstehenden Linsenpartikel durch eine Leitung mittels einer Pumpe abgesaugt werden können. Dabei wird ein Spülfluid (Irrigationsfluid) zugeführt, wobei das Absaugen der Linsenpartikel und des Fluides durch eine Aspirationsfluidleitung erfolgt. Ist die Linse vollständig emulsifiziert und entfernt worden, kann in den leeren Kapselsack eine neue künstliche Linse eingesetzt werden, sodass ein derart behandelter Patient wieder ein gutes Sehvermögen erreichen kann.

15

Bei der Zerkleinerung der Augenlinse durch eine mit Ultraschall schwingende Hohnadel ist es unvermeidbar, dass während der Operation ein relativ großes Linsenpartikel so vor der Spitze der Hohnadel zur Anlage kommt, dass diese Nadelspitze bzw. ihre Absaugöffnung verstopft wird. Dieser Zustand wird als Okklusion bezeichnet. In einem solchen Fall baut eine Pumpe in der
20 Aspirationsfluidleitung einen mehrfach stärkeren Saugdruck im Vergleich zu einem okklusionsfreien Betrieb auf. Zusätzlich kann ein starker Energieeintrag für die Bewegung der Hohnadel erfolgen, sodass das die Hohnadel verstopfende Linsenpartikel zertrümmert wird. Alternativ kann auch eine Umkehrung der Laufrichtung der Pumpe das Linsenpartikel von der Nadelspitze wieder entfernen, sodass wieder ein übliches Absaugen des Fluides und der kleinen
25 Linsenpartikel erfolgen kann. In einem solchen Moment wird eine Okklusion somit aufgebrochen, wobei der zuvor anliegende hohe Unterdruck sehr schnell abnimmt. Der dadurch entstehende Sog kann dazu führen, dass nicht nur kleine Linsenpartikel und Fluid zur Aspirationsleitung gezogen werden, sondern auch ein Teil des Kapselsackes mit der Hohnadel in Kontakt kommt. Wenn der Kapselsack durchstoßen wird, führt dies zu erheblichen Komplikationen für den Patienten,
30 welche unbedingt vermieden werden müssen.

Zudem kann bei dem Sog eine große Fluidmenge aus der Vorderkammer des Auges abgesaugt werden, sodass die Gefahr besteht, dass das Auge kollabiert. Auch dies kann zu erheblichen Komplikationen für den Patienten führen, welche unbedingt vermieden werden müssen.

35

Der Beginn einer Okklusion oder das Aufbrechen einer Okklusion kann durch Erfassen von Messsignalen in einem ophthalmochirurgischen System erkannt werden. Zum Beispiel kann ein Druck oder ein Volumenstrom in einer Irrigationsfluidleitung oder einer Aspirationsfluidleitung erfasst werden. Besonders geschickt ist es, wenn jeweils die Ableitung eines Druckverlaufes oder Volumenstromes über die Zeit vorgenommen wird, da somit schnell eine Änderung des Signalverlaufes erkannt werden kann. Ein Signalverlauf für Druck und Volumenstrom weist jedoch stets ein Rauschen auf, sodass eine Ableitung eines solchen Signals zu hohen Ausschlägen führen kann. Damit ist die Wahrscheinlichkeit relativ hoch, dass eine angeblich signifikante Druckänderung oder Volumenstromänderung falsch gedeutet wird. Eine auf einer solchen Basis ermittelte Zustandsbeschreibung eines ophthalmochirurgischen Systems kann zu hektischen Schaltvorgängen und damit zu Komplikationen während einer Phakoemulsifikation führen.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung zu schaffen, mit welcher die Wahrscheinlichkeit für eine medizinische Komplikation oder eine Verletzungsgefahr während einer Phakoemulsifikation verringert werden kann. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein ophthalmochirurgisches System mit einer solchen Steuerungsmodulvorrichtung zu schaffen.

Die Aufgabe wird für die ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung durch den Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Die Aufgabe wird für das ophthalmochirurgische System durch den Gegenstand des nebengeordneten Patentanspruchs gelöst.

Gemäß der Erfindung weist die ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung, auf:

- 25 - eine erste Faltungsfunktionsvorrichtung, welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang ein an einer Irrigationsfluidleitung erfasstes erstes Messsignal von einer ersten Messvorrichtung zu empfangen, und an ihrem Ausgang einen mittels einer ersten Faltungsfunktion gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals auszugeben, wobei die erste Faltungsfunktion eine erste Zeitdauer besitzt,
- 30 - eine erste Schwellwertvorrichtung, mit welcher sich ein erster Schwellwert für die zeitliche Ableitung des ersten Messsignals einrichten lässt,
- eine erste Vergleichsvorrichtung, welche eingerichtet ist, den von der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals zu empfangen und den ersten Schwellwert zu empfangen und nach

Ablauf eines vorbestimmten ersten Zeitpunktes den ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals und den ersten Schwellwert miteinander zu vergleichen und ein erstes Vergleichsergebnis auszugeben,

- 5 - eine zweite Faltungsfunktionsvorrichtung, welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang das an der Irrigationsfluidleitung erfasste erste Messsignal zu empfangen, und an ihrem Ausgang einen mittels einer zweiten Faltungsfunktion gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals auszugeben, wobei die zweite Faltungsfunktion eine zweite Zeitdauer besitzt, welche kürzer als die erste Zeitdauer ist,
- 10 - eine zweite Schwellwertvorrichtung, mit welcher sich ein zweiter Schwellwert für die zeitliche Ableitung des ersten Messsignals einrichten lässt,
- eine zweite Vergleichsvorrichtung, welche eingerichtet ist, den von der zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals zu empfangen und den zweiten Schwellwert zu empfangen und nach
15 Ablauf eines vorbestimmten zweiten Zeitpunktes den ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals und den zweiten Schwellwert miteinander zu vergleichen und ein zweites Vergleichsergebnis auszugeben,
- eine erste Auswertevorrichtung, welche eingerichtet ist, das erste Vergleichsergebnis und das zweite Vergleichsergebnis zu empfangen und auszuwerten und ein erstes
20 Auswertesignal auszugeben,
- eine Ansteuerungsvorrichtung, welche eingerichtet ist, das erste Auswertesignal zu empfangen und in Abhängigkeit von dem ersten Auswertesignal ein Steuersignal zur Steuerung eines Parameters einer ophthalmochirurgischen Einrichtung bereitzustellen.

25 Eine Faltungsfunktionsvorrichtung ist eine Vorrichtung, welche eingerichtet ist, mittels einer Faltungsfunktion eine Faltung von Daten vorzunehmen. Eine Faltung oder Konvolution ist ein mathematischer Operator, der aus zwei Funktionen eine dritte Funktion („gefaltete Funktion“) erzeugt. Die Steuerungsmodulvorrichtung ist somit geeignet, ein eine erste Funktion bildendes Messsignal mit einer Faltungsfunktion einer Faltungsfunktionsvorrichtung zu falten. Die erste
30 Faltungsfunktion besitzt eine erste Zeitdauer. Dies bedeutet, dass Messwerte des Messsignals, welche während einer ersten Zeitdauer zur Verfügung stehen, mit der Faltungsfunktion gefaltet werden. Dies können zum Beispiel die letzten 100 Messwerte des Messsignals sein, die vor der Faltung zur Verfügung standen. Die zweite Faltungsfunktion besitzt eine zweite Zeitdauer, welche kürzer als die erste Zeitdauer ist. Dies bedeutet, dass Messwerte des Messsignals, welche während

der zweiten Zeitdauer zur Verfügung stehen, mit der zweiten Faltungsfunktion gefaltet werden. Da die zweite Zeitdauer kürzer als die erste Zeitdauer ist, werden von der zweiten Faltungsfunktion weniger Messwerte des Messsignals berücksichtigt und gefaltet. Dies können zum Beispiel die letzten 10 Messwerte des Messsignals sein, die vor der Faltung zur Verfügung standen.

Gemäß der Erfindung bewirkt die erste Faltungsfunktion und auch die zweite Faltungsfunktion, dass am Ausgang der ersten und zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung jeweils ein Betrag einer zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals ausgegeben wird. Wenn ein Messsignal eine Änderung in seinem Verlauf erfährt, kann dies mittels einer Ableitung des Signalverlaufes schnell und eindeutig erkannt werden. Indem einer erste Faltungsfunktionsvorrichtung und eine zweite Faltungsfunktionsvorrichtung mit jeweiligen Faltungsfunktionen unterschiedlicher Zeitdauer zum Einsatz kommen, ist es möglich, unter Berücksichtigung eines jeweiligen Schwellwertes und Vergleich der gefalteten Signale mit den jeweiligen Schwellwerten zu erkennen, ob das Messsignal ein Störsignal oder Rauschsignal aufweist und daher auch keine Okklusion oder kein Aufbrechen einer Okklusion vorliegt. Genauso ist es möglich, das Fehlen eines solchen Störsignals oder Rauschsignals zu erkennen, sodass eine schnelle und insbesondere zuverlässige Detektion einer Okklusion oder das Aufbrechen einer Okklusion möglich ist. In Abhängigkeit von dem ersten Auswertesignal kann dann die Ansteuerungsvorrichtung ein Steuersignal zur Steuerung eines Parameters der ophthalmochirurgischen Einrichtung bereitstellen. Ein solcher Parameter kann ein von einer Fluidpumpe erzeugter Druck in einer Irrigationsfluidleitung oder Aspirationsfluidleitung sein, oder ein von einer Fluidpumpe bewirkter Volumenstrom in einer Irrigationsfluidleitung oder Aspirationsfluidleitung, oder eine geänderte Energiezufuhr zu Piezokeramiken eines chirurgischen Handstückes. Auf diese Weise kann die Wahrscheinlichkeit für eine medizinische Komplikation oder eine Verletzungsgefahr während einer Phakoemulsifikation verringert werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung sind die erste Faltungsfunktion und die zweite Faltungsfunktion jeweils punktsymmetrisch zu ihrem jeweiligen Koordinatenursprung. Dies ist vorteilhaft, da es somit nach der Faltung zu keiner Verschiebung des Absolutbetrages des ausgegebenen Wertes oder Bevorzugung einzelner Messwerte des Messsignals kommt. Ferner ist eine Punktsymmetrie vorteilhaft für die Genauigkeit der ermittelten Ableitung des ersten Messsignals.

Bevorzugt ist der Betrag des zweiten Schwellwertes verschieden von dem Betrag des ersten Schwellwertes. Besonders bevorzugt ist der Betrag des zweiten Schwellwertes höher als der

- Betrag des ersten Schwellwertes. Der zweite Schwellwert wird mit einem Betrag der zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung verarbeitet, welche eine Faltungsfunktion mit einer zweiten Zeitdauer aufweist, welche kürzer als die erste Zeitdauer ist. Wenn der zweite Schwellwert höher als der erste Schwellwert ist, muss somit der von der zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung ausgegebene Betrag einen höheren Betrag aufweisen als der von der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung ausgegebene Wert, um einen Schnittpunkt mit dem zweiten Schwellwert zu erreichen. Da die zweite Zeitdauer kürzer als die erste Zeitdauer ist, werden weniger Messwerte als bei der ersten Faltungsfunktion berücksichtigt. Die zweite Faltung muss damit eine höhere Hürde bzw. einen höheren Schwellwert überwinden, um durch die Vergleichsvorrichtung mit der Bewertung „Schwellwert überschritten“ versehen werden zu können. Ein sehr kurz zurückliegendes Störsignal oder Rauschsignal hat damit eine geringere Chance, eine Auswertung zu verfälschen, sodass eine noch sichere Erkennung einer Okklusion oder eines Okklusionsdurchbruches möglich ist.
- 15 Bevorzugt weist die Steuerungsmodulvorrichtung zusätzlich auf:
- eine dritte Faltungsfunktionsvorrichtung, welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang ein an einer Aspirationsfluidleitung erfasstes zweites Messsignal von einer zweiten Messvorrichtung zu empfangen, und an ihrem Ausgang einen mittels einer dritten Faltungsfunktion gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals auszugeben, wobei die dritte Faltungsfunktion eine dritte Zeitdauer besitzt,
 - eine dritte Schwellwertvorrichtung, mit welcher sich ein dritter Schwellwert für die zeitliche Ableitung des zweiten Messsignals einrichten lässt,
 - eine dritte Vergleichsvorrichtung, welche eingerichtet ist, den von der dritten Faltungsfunktionsvorrichtung ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals zu empfangen und den dritten Schwellwert zu empfangen und nach Ablauf eines vorbestimmten dritten Zeitpunktes den ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals und den dritten Schwellwert miteinander zu vergleichen und als drittes Vergleichsergebnis auszugeben,
 - eine vierte Faltungsfunktionsvorrichtung, welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang das an der Aspirationsfluidleitung erfasste zweite Messsignal zu empfangen, und an ihrem Ausgang einen mittels einer vierten Faltungsfunktion gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals auszugeben, wobei die vierte Faltungsfunktion eine vierte Zeitdauer besitzt, welche kürzer als die dritte Zeitdauer ist,

- eine vierte Schwellwertvorrichtung, mit welcher sich ein vierter Schwellwert für die zeitliche Ableitung des zweiten Messsignals einrichten lässt,
 - eine vierte Vergleichsvorrichtung, welche eingerichtet ist, den von der vierten Faltungsfunktionsvorrichtung ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals zu empfangen und den vierten Schwellwert zu empfangen und nach Ablauf eines vorbestimmten vierten Zeitpunktes den ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals und den vierten Schwellwert miteinander zu vergleichen und als viertes Vergleichsergebnis auszugeben,
 - eine zweite Auswertevorrichtung, welche eingerichtet ist, das dritte Vergleichsergebnis und das vierte Vergleichsergebnis zu empfangen und auszuwerten und ein zweites Auswertesignal auszugeben,
- wobei die Ansteuerungsvorrichtung eingerichtet ist, das zweite Auswertesignal zu empfangen und in Abhängigkeit von dem ersten Auswertesignal und dem zweiten Auswertesignal ein Steuersignal zur Steuerung eines Parameters einer ophthalmochirurgischen Einrichtung bereitzustellen.

Somit kann ein zweites Messsignal mitberücksichtigt werden, welches an einer Aspirationsfluidleitung erfasst wird. Dies ist vorteilhaft, da durch ein erstes Auswertesignal und ein zweites Auswertesignal eine Redundanz erreicht wird, die eine noch sichere Detektion einer Okklusion oder eines Okklusionsdurchbruches ermöglicht.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist das erste Messsignal oder das zweite Messsignal ein Wegsignal eines Wegsensors zur Bestimmung eines Fluidpegels oder zur Bestimmung einer Membranposition. Alternativ dazu ist das erste Messsignal oder das zweite Messsignal ein Volumensignal eines Sensors zur Bestimmung eines Volumens einer Fluidkammer. Dies ist vorteilhaft, da somit die Steuerungsmodulvorrichtung bei einer Membranpumpe eingesetzt werden kann.

Ferner kann die dritte Faltungsfunktion und die vierte Faltungsfunktion punktsymmetrisch zu ihrem jeweiligen Koordinatenursprung sein. Dies ist vorteilhaft, da es somit nach der Faltung zu keiner Verschiebung des Absolutbetrages des ausgegebenen Wertes oder Bevorzugung einzelner Messwerte des Messsignals kommt. Ferner ist eine Punktsymmetrie vorteilhaft für die Genauigkeit der ermittelten Ableitung des ersten Messsignals.

Bevorzugt ist der Betrag des vierten Schwellwertes verschieden von dem Betrag des dritten Schwellwertes. Besonders bevorzugt ist der Betrag des vierten Schwellwertes höher als der Betrag des dritten Schwellwertes. Dadurch wird vermieden, dass ein kurz zurückliegendes Störsignal oder Rauschsignal die Auswertung verfälscht.

5

Wenn die erste Faltungsfunktion gleich der dritten Faltungsfunktion ist und die zweite Faltungsfunktion gleich der vierten Faltungsfunktion ist, können die Ergebnisse der Auswertevorrichtungen sehr gut miteinander verglichen werden, sodass eine noch zuverlässigere Aussage über das Auftreten einer Okklusion oder eines Okklusionsdurchbruches möglich ist. Dies wird noch weiter verbessert, wenn der erste Schwellwert gleich dem dritten Schwellwert ist und der zweite Schwellwert gleich dem vierten Schwellwert ist.

10

Das ophthalmochirurgische System weist eine ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung wie vorstehend beschrieben auf. Zusätzlich umfasst es noch eine ophthalmochirurgische Einrichtung mit einer Irrigationsfluidleitung, einer ersten Fluidpumpe für Irrigation, einer Aspirationsfluidleitung und einer zweiten Fluidpumpe für Aspiration.

15

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden mit Bezug auf die nachfolgenden Zeichnungen erklärt, in welchen zeigen:

20

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ophthalmochirurgischen Systems mit einer ophthalmochirurgischen Steuerungsmodulvorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

25

Fig. 2 eine schematische Darstellung mit Diagrammen von einem jeweiligen Signalverlauf einer ersten Messvorrichtung und einer zweiten Messvorrichtung und zugehörige Auswertungen der Signalverläufe;

30

Fig. 3 eine schematische Darstellung mit Diagrammen von einem jeweiligen Signalverlauf einer ersten Messvorrichtung, wenn 15 Faltungsfunktionen vorgesehen sind; und

Fig. 4 einen Graphen, bei dem die jeweilige Zeitdauer einer Faltungsfunktion über die Anzahl der Faltungsfunktionen aufgetragen ist.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen ophthalmochirurgischen Systems 1. Das System 1 umfasst eine ophthalmochirurgische Steuermodulvorrichtung 96 und eine ophthalmochirurgische Einrichtung 95.

5 Die ophthalmochirurgische Einrichtung 95 weist eine Irrigationsfluidleitung 8 auf, die von einem Irrigationsfluidbehälter 2, welcher mit Irrigationsfluid 3 befüllt sein kann, zu einer Kassette 4 verläuft. Die Kassette 4 dient zur Steuerung des Irrigationsfluides 3 zu einem chirurgischen Instrument 5 für ein zu behandelndes Auge 6. Das chirurgische Instrument 5 ist geeignet, eine Linse 7 des Auges 6 zum Beispiel durch Phakoemulsifikation zu zerkleinern, wobei die
10 entstehenden Linsenpartikel und das Irrigationsfluid 3 abgesaugt werden können. Zusätzlich ist in der ophthalmochirurgischen Einrichtung 95 eine erste Fluidpumpe 10 enthalten, welche eine erste Pumpkammer 11 mit einem ersten Volumen und eine mit einem ersten elastischen Trennelement 12 davon getrennte erste Antriebskammer 13 mit einem zweiten Volumen aufweist. Das erste elastische Trennelement 12 ist an seinem Rand 14 fest in der ersten Fluidpumpe 10 montiert.

15

Das Irrigationsfluid 3 ist mittels der Irrigationsfluidleitung 8 der ersten Pumpkammer 11 zuführbar. Das Irrigationsfluid 3 kann zu einem ersten Einlassventil 15 strömen, bei geöffneter Stellung des Einlassventils 15 in die erste Pumpkammer 11 gelangen und bei einem geöffneten ersten Auslassventil 16 die erste Pumpkammer 11 wieder verlassen. Der benachbart zur ersten
20 Pumpkammer 11 angeordneten ersten Antriebskammer 13 kann ein erstes Antriebsfluid 17 mittels eines Proportionalventils 18 zugeführt werden. In Abhängigkeit von einem Differenzdruck zwischen dem ersten Antriebsfluid 17 in der ersten Antriebskammer 13 und dem Irrigationsfluid 3 in der ersten Pumpkammer 11 kommt es zu einer elastischen Verformung des ersten elastischen Trennelementes 12. Ist der Druck in der ersten Antriebskammer 13 größer als der Druck in der
25 ersten Pumpkammer 11, verkleinert sich das erste Volumen der ersten Pumpkammer 11, wobei sich gleichzeitig das zweite Volumen der ersten Antriebskammer 13 vergrößert. Wenn das Einlassventil 15 geschlossen und das Auslassventil 16 geöffnet ist, kann somit Irrigationsfluid 3 aus der ersten Pumpkammer 11 ausgeleitet werden. Die Position des ersten elastischen Trennelementes 12 kann mittels einer ersten Messvorrichtung 19, zum Beispiel eines ersten
30 Sensors, erfasst werden, welche an der Irrigationsfluidleitung 8, zum Beispiel am Rand der ersten Pumpkammer 11, angeordnet ist. Die Irrigationsfluidleitung 8 wird hier als eine Leitung oder ein Strömungspfad verstanden, durch welchen Irrigationsfluid strömt. Bevorzugt handelt es sich bei der ersten Messvorrichtung 19 um einen induktiven oder kapazitiven Wegsensor.

Während des Zerkleinerns der Linse 7 durch das chirurgische Instrument 5 werden die Partikel zusammen mit dem zugeführten Irrigationsfluid abgesaugt. Dies erfolgt mittels einer zweiten Fluidpumpe 20. Die Linsenpartikel und das beim Zerkleinern der Linse 7 verunreinigte Irrigationsfluid, welches zusammen dann als Aspirationsfluid bezeichnet wird, gelangen entlang einer Aspirationsfluidleitung 9 bei einem geöffneten zweiten Einlassventil 25 zu der zweiten Fluidpumpe 20.

Die zweite Fluidpumpe 20 weist eine zweite Pumpkammer 21 und eine dazu benachbart angeordnete zweite Antriebskammer 23 auf, welche mittels eines zweiten elastischen Trennelementes 22 voneinander getrennt sind. Das zweite elastische Trennelement 22 ist an seinem Rand 24 fest mit der zweiten Fluidpumpe 20 verbunden. Ein zweites Antriebsfluid 27 kann mittels eines Proportionalventils 28 zu der zweiten Antriebskammer 23 geleitet werden. Strömt bei geöffnetem Einlassventil 25 das Aspirationsfluid in die zweite Pumpkammer 21 ein, kann dieses aus der zweiten Pumpkammer 20 aufgrund eines entsprechend hohen Druckes in der zweiten Antriebskammer 23 und dadurch elastisch verformten zweiten Trennelementes 22 heraus befördert werden, wenn das zweite Einlassventil 25 geschlossen und ein zweites Auslassventil 26 geöffnet ist. Die Position des zweiten elastischen Trennelementes 22 kann mittels einer zweiten Messvorrichtung 29, zum Beispiel eines zweiten Sensors, erfasst werden, welche an der Aspirationsfluidleitung, zum Beispiel am Rand der zweiten Pumpkammer 21, angeordnet ist. Das ausgepumpte Aspirationsfluid gelangt entlang der Aspirationsfluidleitung 9 zu einem Aspirationsfluid-Sammelbehälter 30. Die Aspirationsfluidleitung 9 wird hier als eine Leitung oder ein Strömungspfad verstanden, durch welchen Aspirationsfluid strömt. Bevorzugt handelt es sich bei der zweiten Messvorrichtung 29 um einen induktiven oder kapazitiven Wegsensor.

Von der ersten Messvorrichtung 19 kann ein erstes Messsignal der ophthalmochirurgischen Steuerungsmodulvorrichtung 96 zugeführt werden. Das erste Messsignal gelangt dazu an einen Eingang 511 einer ersten Faltungsfunktionsvorrichtung 51. Die erste Faltungsfunktionsvorrichtung 51 ist geeignet, aus Messwerten der ersten Messvorrichtung 19 ein gefaltetes Signal zu erzeugen. Gemäß der Erfindung erzeugt die erste Faltungsfunktionsvorrichtung 51 einen mittels einer ersten Faltungsfunktion 513 gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals, welches an einem Ausgang 512 der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung 51 ausgegeben wird. Die erste Faltungsfunktion 513 weist dabei eine erste Zeitdauer t_1 auf.

Die ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung 96 weist ferner eine erste Schwellwertvorrichtung 61 auf, mit welcher sich ein erster Schwellwert S_1 für den Betrag der

zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals einrichten lässt. Der von der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung 51 ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals wird dann wie auch der erste Schwellwert S1 einer ersten Vergleichsvorrichtung 71 zugeführt und dort nach einem vorbestimmten ersten Zeitpunkt miteinander verglichen. Dabei
5 kann festgestellt werden, dass der ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals den Schwellwert S1 überschreitet oder nicht überschreitet. Dieses Ergebnis gilt als ein erstes Vergleichsergebnis.

Das erste Messsignal von der ersten Messvorrichtung gelangt zusätzlich an einen Eingang 521
10 einer zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung 52. Die zweite Faltungsfunktionsvorrichtung 52 ist wie die erste Faltungsfunktionsvorrichtung 51 geeignet, aus Messwerten der ersten Messvorrichtung 19 ein gefaltetes Signal zu erzeugen. Gemäß der Erfindung erzeugt die zweite Faltungsfunktionsvorrichtung 52 einen mittels einer zweiten Faltungsfunktion 523 gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals, welches an einem Ausgang 522 der
15 zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung 52 ausgegeben wird. Die zweite Faltungsfunktion 523 weist dabei eine zweite Zeitdauer t_2 auf, welche kürzer als die erste Zeitdauer t_1 ist.

Die ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung 96 weist eine zweite Schwellwertvorrichtung 62 auf, mit welcher sich ein zweiter Schwellwert S2 für die zeitliche
20 Ableitung des ersten Messsignals einrichten lässt. Der von der zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung 52 ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals wird dann einer zweiten Vergleichsvorrichtung 72 zugeführt. Diese zweite Vergleichsvorrichtung 72 empfängt zusätzlich den zweiten Schwellwert S2. In der zweiten Vergleichsvorrichtung werden der Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals und der
25 zweite Schwellwert S2 nach einem vorbestimmten zweiten Zeitpunkt miteinander verglichen. Gemäß einer Ausführungsform ist der zweite Zeitpunkt gleich dem ersten Zeitpunkt. Dabei kann festgestellt werden, dass der ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals den Schwellwert S2 überschreitet oder nicht überschreitet. Dieses Ergebnis gilt als ein zweites Vergleichsergebnis.

30 Die ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung 96 weist zusätzlich eine erste Auswertevorrichtung 81 auf, welche eingerichtet ist, das erste Vergleichsergebnis und das zweite Vergleichsergebnis zu empfangen und auszuwerten und ein erstes Auswertesignal auszugeben. Wenn zum Beispiel beide Schwellwerte S1 und S2 von den ausgegebenen Beträgen der zeitlichen
35 Ableitung des ersten Messsignals überschritten werden, kann daraus gefolgert werden, dass der

jeweilige Messwert des Wegsignals der ersten Messvorrichtung 19 mit zunehmendem Zeitablauf mit einer entsprechenden Geschwindigkeit zugenommen hat. Das Überschreiten der Schwellwerte S1 und S2 bedeutet, dass eine Mindestgeschwindigkeit erreicht wurde. Wenn bis dahin noch keine Okklusion vorlag, bedeutet dies, dass in der Irrigationsfluidleitung 8 ein zu erwartender
5 üblicher Volumenstrom des Irrigationsfluides 3 vorliegt.

Wenn nach einem Überschreiten der Schwellwerte S1 und S2 jedoch beide Schwellwerte S1 und S2 von den ausgegebenen Beträgen der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals unterschritten werden, kann daraus gefolgert werden, dass der jeweilige Messwert des Wegsignals der ersten
10 Messvorrichtung 19 mit zunehmendem Zeitablauf mit einer entsprechenden Geschwindigkeit abgenommen hat. Das Unterschreiten der Schwellwerte S1 und S2 bedeutet, dass eine Mindestgeschwindigkeit nicht mehr beibehalten wurde. Mittels der Auswertevorrichtung kann damit erkannt werden, dass sich der Volumenstrom in der Irrigationsfluidleitung geändert hat, und zwar von einem höheren Wert zu einem niedrigeren Wert abgenommen hat. Die Beträge sind
15 unterhalb der Schwellwerte S1 und S2. Dies bedeutet, dass die Strömung in der Irrigationsfluidleitung so niedrig ist, dass dieser Zustand als eine Okklusion bezeichnet werden kann.

Die Auswertung, ob eine Okklusion vorliegt oder nicht, wird dann als erstes Auswertesignal einer
20 Ansteuerungsvorrichtung 90 zugeführt. Die Ansteuerungsvorrichtung 90 kann dann ein Steuersignal 91 zur Steuerung eines Parameters der ophthalmochirurgischen Einrichtung 95 bereitstellen. Dazu kann zum Beispiel die Energiezufuhr an das Handstück 5 unterbrochen werden. Es kann zusätzlich oder alternativ dazu die erste Fluidpumpe 10 und/oder die zweite Fluidpumpe 20 abgeschaltet oder in ihrer Ansteuerung variiert werden, sodass ein unterschiedlicher
25 Volumenstrom und/oder Druck in der zugehörigen Irrigationsfluidleitung 8 oder Aspirationsfluidleitung 9 erreichbar sind.

Wenn nur der zweite Schwellwert S2 unterschritten wird, jedoch der erste Schwellwert S1 nicht unterschritten wird, kann mittels der ersten Auswertevorrichtung 81 festgestellt werden, dass
30 zwar ein unruhiger Verlauf der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals vorliegt, dies aber noch nicht ausreicht, um eine vollständige Okklusion zu identifizieren. Ein solches Ergebnis könnte derart gedeutet werden, dass eine Teilokklusion vorliegt. Ein zugehöriges Auswertesignal wird dann der Ansteuerungsvorrichtung 90 zugeführt, welche ein geeignetes Steuersignal 91 zu Steuerung eines Parameters der ophthalmochirurgischen Einrichtung 95 bereitstellt.

Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform einer ophthalmochirurgischen Steuerungsmodulvorrichtung 96 weist zusätzlich eine dritte Faltungsfunktionsvorrichtung 53 auf, welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang 531 ein an der Aspirationsfluidleitung 9 erfasstes zweites Messsignal von der zweiten Messvorrichtung 29 zu empfangen, und an ihrem Ausgang 532 einen mittels einer dritten Faltungsfunktion 533 gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals auszugeben, wobei die dritte Faltungsfunktion 533 eine dritte Zeitdauer t_3 besitzt. Bevorzugt ist die dritte Zeitdauer t_3 gleich der ersten Zeitdauer t_1 .

Mittels einer dritten Schwellwertvorrichtung 63 kann ein dritter Schwellwert S3 für die zeitliche Ableitung des zweiten Messsignals eingerichtet werden. Eine dritte Vergleichsvorrichtung 73 ist eingerichtet, den von der dritten Faltungsfunktionsvorrichtung 53 ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals zu empfangen. Die dritte Vergleichsvorrichtung 73 ist zusätzlich eingerichtet, den dritten Schwellwert S3 zu empfangen. Wenn der von der dritten Faltungsfunktionsvorrichtung 53 ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals und der dritte Schwellwert S3 der dritten Vergleichsvorrichtung 73 zugeführt werden, kann diese nach einem vorbestimmten dritten Zeitpunkt den Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals und den dritten Schwellwert S3 miteinander vergleichen. Dabei kann festgestellt werden, dass der ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals den Schwellwert S3 überschreitet oder nicht überschreitet. Dieses Ergebnis gilt als ein drittes Vergleichsergebnis. Bevorzugt ist der dritte Zeitpunkt gleich dem ersten Zeitpunkt.

Das zweite Messsignal von der zweiten Messvorrichtung gelangt zusätzlich an einen Eingang 541 einer vierten Faltungsfunktionsvorrichtung 54. Die vierte Faltungsfunktionsvorrichtung 54 ist wie die dritte Faltungsfunktionsvorrichtung 53 geeignet, aus Messwerten der zweiten Messvorrichtung 29 ein gefaltetes Signal zu erzeugen. Gemäß der Erfindung erzeugt die vierte Faltungsfunktionsvorrichtung 54 einen mittels einer vierten Faltungsfunktion 543 gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals, welches an einem Ausgang 542 der vierten Faltungsfunktionsvorrichtung 54 ausgegeben wird. Die vierte Faltungsfunktion 543 weist dabei eine vierte Zeitdauer t_4 auf, welche kürzer als die dritte Zeitdauer t_3 ist. Bevorzugt ist die vierte Zeitdauer t_4 gleich der zweiten Zeitdauer t_2 .

Mit einer vierten Schwellwertvorrichtung 64 kann ein vierter Schwellwert S4 eingerichtet werden. Dieser vierte Schwellwert S4 und der von der vierten Faltungsfunktionsvorrichtung 54 ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals kann einer vierten Vergleichsvorrichtung 74 zugeführt werden, mit welcher nach einem vorbestimmten vierten

Zeitpunkt der ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals und der vierte Schwellwert S4 miteinander verglichen werden. Mittels der vierten Vergleichsvorrichtung 74 kann festgestellt werden, ob der ausgegebene Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals den Schwellwert S4 überschreitet oder nicht überschreitet. Dieses Ergebnis gilt als ein viertes
5 Vergleichsergebnis. Bevorzugt ist der vierte Zeitpunkt gleich dem zweiten Zeitpunkt.

Eine zweite Auswertevorrichtung 82 ist eingerichtet, das dritte Vergleichsergebnis und das vierte Vergleichsergebnis zu empfangen und auszuwerten. Folgende Situation kann vorliegen: Nach dem Einschalten der ophthalmochirurgischen Einrichtung 95 und somit nach dem Strömen des
10 Irrigationsfluides und Aspirationsfluides trat noch keine Okklusion auf. Das dritte Vergleichsergebnis lautet, dass der Schwellwert S3 überschritten wurde und das vierte Vergleichsergebnis lautet, dass der Schwellwert S4 überschritten wurde. Damit hat die Ableitung des zweiten Messsignals beide Schwellwerte S3 und S4 überschritten, sodass das Messsignal während der untersuchten Zeitdauer nach den vorbestimmten dritten und vierten Zeitpunkten
15 einen entsprechenden Anstieg aufwies. In der Aspirationsfluidleitung 9 war somit ein Volumenstrom vorhanden, der als ausreichend hoch bewertet werden kann. Eine Okklusion liegt in der Aspirationsfluidleitung 9 somit nicht vor.

Wenn daraufhin jedoch festgestellt wird, dass das dritte Vergleichsergebnis lautet, dass der dritte
20 Schwellwert S3 unterschritten wird, und das vierte Vergleichsergebnis lautet, dass der vierte Schwellwert S4 ebenfalls unterschritten wird, weist die Ableitung des zweiten Messsignals jeweils einen Betrag unterhalb der Schwellwerte auf. Dies bedeutet, dass die Bewegung des elastischen Trennelementes 22 nur noch sehr gering ist und offenbar sehr wenig Volumenstrom in der Aspirationsfluidleitung 9 existiert. Eine solche Situation kann derart ausgewertet werden, dass eine
25 Okklusion vorliegt. Die zweite Auswertevorrichtung 82 kann dann ein entsprechendes Auswertesignal an die Ansteuerungsvorrichtung 90 ausgeben. Mittels der Ansteuerungsvorrichtung 90 ist es dann möglich, ein Steuersignal 91 zur Steuerung eines Parameters der ophthalmochirurgischen Einrichtung 95 bereitzustellen.

30 Wenn nur der Schwellwert S4, jedoch nicht der Schwellwert S3 unterschritten wird, scheint ein unruhiger Signalverlauf mit relativ hohen Schwankungen oder relativ hohem Rauschen vorzuliegen. Dann kann die Auswertevorrichtung 82 zu dem Ergebnis kommen, dass noch keine vollständige Okklusion vorliegt bzw. eine Teilokklusion vorliegt.

Besonders geschickt ist es, wenn die Ansteuerungsvorrichtung 90 das erste Auswertesignal und das zweite Auswertesignal empfängt, da somit eine Redundanz erreichbar ist. Die Ansteuerungsvorrichtung 90 kann so ausgebildet sein, dass nur dann ein Steuersignal 91 an die ophthalmochirurgische Einrichtung 95 abgegeben wird, wenn die erste Auswertevorrichtung 81 und die zweite Auswertevorrichtung 82 zu einem gleichen Auswerteergebnis kommen.

In Fig. 2 sind mehrere schematische Diagramme dargestellt. Das erste Diagramm 100 zeigt einen Verlauf eines Weges x des elastischen Trennelementes 12 der ersten Fluidpumpe 10 in Abhängigkeit von der Zeit t . Dieser Verlauf kann durch die erste Messvorrichtung 19 ermittelt werden. Es wird angenommen, dass sich das elastische Trennelement 12 anfangs in einer ersten Position befindet, siehe 101. Wenn das Antriebsfluid 17 in die Antriebskammer 13 befördert wird, bewegt sich das elastische Trennelement 12 derart, dass Irrigationsfluid 3 aus der Pumpkammer 11 befördert wird. Das elastische Trennelement 12 bewegt sich somit näher an die erste Messvorrichtung 19 heran, siehe 102. Wenn eine Okklusion in der Aspirationsfluidleitung 9 auftritt, siehe 103, kann kein weiteres Fluid mehr in das Auge zugeführt werden, sodass die Position des elastischen Trennelementes 12 sich nicht mehr ändert, siehe 104. Bei einem Durchbruch der Okklusion, siehe 105, kann wieder Irrigationsfluid in der Irrigationsfluidleitung 8 strömen, so dass sich das elastische Trennelement 12 wieder näher an die erste Messvorrichtung 19 heran bewegt, siehe 106. In Diagramm 100 ist erkennbar, dass der Signalverlauf nicht vollständig glatt, sondern mit signifikantem Rauschen vorliegt.

Wenn das Signal der ersten Messvorrichtung 19 der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung 51 zugeführt wird und dort mit einer ersten Faltungsfunktion f_1 , siehe 513, mit einer ersten Zeitdauer t_1 so gefaltet wird, dass eine zeitliche Ableitung des ersten Messsignals erfolgt, kann an dem Ausgang 512 ein Signal $(x(t) * f_1)$ abgegriffen werden, welches in Diagramm 200 dargestellt ist. Die Ableitung erreicht anfangs den Wert null, siehe 201, und steigt dann mit einer zu der ersten Faltungsfunktion 513 zugehörigen Zeitkonstante, welche zum Beispiel 0,5 Sekunden beträgt, an. Dieser Kurvenverlauf ist mit 202 bezeichnet. Das erste Messsignal wird bevorzugt gleichzeitig der zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung 52 zugeführt, welche das Signal mittels einer zweiten Faltungsfunktion f_2 , siehe 523, mit einer im Vergleich zur ersten Zeitdauer t_1 kürzeren Zeitdauer t_2 , z.B. 50 Millisekunden, faltet, sodass am Ausgang 522 ein Signal $(x(t) * f_2)$ abgegriffen werden kann. Nach Einsetzen der Pumpfunktion der ersten Fluidpumpe 10 erreicht die zeitliche Ableitung des ersten Messsignals einen Verlauf, siehe 204, der eine größere Steigung aufweist als die zeitliche Ableitung, die nach der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung 51 erreicht wird.

Die Kurve 202 schneidet einen ersten Schwellwert S1 an der Stelle 203. Die Kurve 204 schneidet einen zweiten Schwellwert S2 an der Stelle 205, wobei der zweite Schwellwert S2 höher als der erste Schwellwert S1 ist. In Diagramm 300 ist aufgetragen, an welchen Zeitpunkten ein Schnittpunkt zwischen der Kurve 202 mit dem ersten Schwellwert S1 und der Kurve 204 mit dem zweiten Schwellwert S2 auftritt. Die Kurve 202 schneidet den ersten Schwellwert S1 nach Ablauf eines vorbestimmten ersten Zeitpunktes. Bei der in Fig. 2 dargestellten Situation schneidet die Kurve 202 den ersten Schwellwert S1 zum Zeitpunkt T1. Die Kurve 204 schneidet den zweiten Schwellwert S2 nach Ablauf eines vorbestimmten zweiten Zeitpunktes. Bei der in Fig. 2 dargestellten Situation schneidet die Kurve 204 den zweiten Schwellwert S2 zum Zeitpunkt T2.

Wenn also beide Schwellwerte S1 und S2 überschritten werden, ist eine relativ sichere Aussage möglich, dass in der Irrigationsfluidleitung 8 ein Irrigationsfluid strömt. Diese Aussage kann anhand des Kurvenverlaufs in dem dritten Diagramm 300 getroffen werden. Bei einem Überschreiten eines Schwellwertes kommt es zu einer sprungartigen Erhöhung der Kurve 301. Beim Überschreiten des Schwellwertes S2 ergibt sich ein erster Sprung, siehe 305, beim Überschreiten des ersten Schwellwertes S1 ergibt sich ein zweiter Sprung, siehe 303.

Wenn nur der Schwellwert S2 von der Kurve 204 überschritten wird, nicht jedoch der Schwellwert S1 von der Kurve 202, ist dies ein Anzeichen dafür, dass nach Ablauf des ersten Zeitpunktes der Anstieg der Kurve 202 bereits beendet ist. Dies zeigt auf, dass sich das elastische Trennelement 12 nicht mehr in Richtung zur ersten Messvorrichtung hin bewegt und der Volumenstrom in der Irrigationsfluidleitung unterbrochen ist.

Wenn jedoch ein relativ konstanter Volumenstrom in der Irrigationsfluidleitung 8 vorliegt, erreicht der gefaltete Betrag der Ableitung des ersten Messsignals einen konstant hohen Wert, siehe 206. Wird nun der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung 51 ein erstes Messsignal zugeführt, welches nach der Faltung mittels der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung 51 den zweiten Schwellwert S2 unterschreitet, siehe 207, und auch den ersten Schwellwert S1 unterschreitet, siehe 208, so sinkt die Kurve 301 wieder sprungartig ab, siehe 307 und 308. Daraus kann erkannt werden, dass ein Volumenstrom des Irrigationsfluides 3 in der Irrigationsfluidleitung 8 abgenommen hat.

Wenn dann die Kurven 202 und 204 wieder ansteigen, siehe 209 und 210, und den ersten Schwellwert S1 und den zweiten Schwellwert S2 überschreiten, lässt sich an dem dritten Diagramm 300 anhand der sprungartigen Erhöhungen, siehe 309 und 310, erkennen, dass eine Okklusion wieder aufgebrochen ist.

Eine noch höhere Sicherheit wird erreicht, wenn eine analoge Auswertung auch für das zweite Messsignal der zweiten Messvorrichtung 29 vorgenommen wird. Im vierten Diagramm 400 ist ein Weg-Zeit-Diagramm $x(t)$ für die Bewegung des zweiten elastischen Trennelementes 22 dargestellt. Von einer Ausgangsposition 401 bewegt sich das zweite elastische Trennelement 22 immer mehr
5 von der zweiten Messvorrichtung 29 fort, siehe 402. Das zweite Messsignal wird der dritten Faltungsfunktionsvorrichtung 53 zugeführt, welche das Messsignal mittels der dritten Faltungsfunktion f_3 , siehe 533, faltet. Der so erreichte Betrag $(x(t) * f_3)$ für die Ableitung des zweiten Messsignals kann am Ausgang 532 abgegriffen werden und führt zu einer Kurve 502, siehe fünftes Diagramm 500. Das mittels der vierten Faltungsfunktionsvorrichtung 54 bzw. der
10 vierten Faltungsfunktion f_4 , siehe 543, zu $(x(t) * f_4)$ gefaltete Messsignal führt am Ausgang 542 zu einer Ableitung gemäß Kurve 504. Die Kurve 502 schneidet nach Ablauf eines vorbestimmten dritten Zeitpunktes den dritten Schwellwert S_3 bei 503. Dieser Schnittpunkt erfolgt zum Zeitpunkt T_3 . Die Kurve 504 schneidet nach Ablauf eines vierten Zeitpunktes den vierten Schwellwert S_4 bei 505. Dieser Schnittpunkt erfolgt zum Zeitpunkt T_4 . Diese Ereignisse lassen sich aus dem sechsten
15 Diagramm 600 erkennen, siehe 603 und 605. Wenn die Kurven 504 und 503 wieder absinken und einen dritten Schwellwert S_3 und einen vierten Schwellwert S_4 unterschreiten, ist der Volumenstrom in der Aspirationsfluidleitung 9 offenbar so niedrig, dass auf eine Okklusion geschlossen werden kann. Dies lässt sich aus dem Verlauf der Kurve 601 in dem sechsten Diagramm 600 an den Stellen 607 und 608 erkennen.

20

Diese Information, dass eine Okklusion vorliegt, konnte bereits durch Auswertung des ersten Messsignals ermöglicht werden. Die Auswertung auch des zweiten Messsignals erlaubt eine Redundanz. Es kann zum Beispiel festgelegt werden, dass eine Okklusion nur dann als festgestellt gilt, wenn dieses Ergebnis durch das erste Messsignal und durch das zweite Messsignal erreicht
25 wird (UND-Verknüpfung gemäß der Booleschen Algebra). Dies erhöht die Zuverlässigkeit in der Auswertung der Signalverläufe.

Bevorzugt weist die Steuerungsmodulvorrichtung mehr als zwei Faltungsfunktionsvorrichtungen für die Auswertung des ersten Messsignals auf. Besonders bevorzugt nimmt mit zunehmender
30 Zahl der mit dem Messsignal beaufschlagten Faltungsfunktionen die jeweils zugehörige Zeitdauer einer Faltungsfunktion ab. Wenn zum Beispiel 15 Faltungsfunktionsvorrichtungen vorgesehen sind, welchen das erste Messsignal zugeführt wird, weist die 1. Faltungsfunktionsvorrichtung eine Faltungsfunktion mit einer ersten Zeitdauer auf, welche die längste Zeitdauer im Vergleich zu den nachfolgenden Faltungsfunktionen ist. Die 2. Faltungsfunktionsvorrichtung weist eine
35 Faltungsfunktion mit einer zweiten Zeitdauer auf, welche eine kürzere Zeitdauer als die erste

Zeitdauer ist, usw. Dies führt zu 15 Stufensprüngen im Verlauf der Kurve 301, vgl. Fig. 3. Das Diagramm 1000 zeigt einen Verlauf eines Weges des elastischen Trennelementes 12 der ersten Fluidpumpe 10 in Abhängigkeit von der Zeit. Das Diagramm 2000 zeigt den Verlauf der Beträge in Abhängigkeit von der Zeit, welche am Ausgang der jeweiligen Faltungsfunktionsvorrichtungen ausgegeben werden, siehe Kurven 2001 bis 2015. Wird jeweils ein Schwellwert S1 überschritten, wird dies durch die Auswertevorrichtung 81 erkannt, sodass die Kurve 301 fein gestuft verläuft, siehe Diagramm 3000.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform wird jeder der von den 15 Faltungsfunktionsvorrichtungen ausgegebene Betrag mit einem identischen Schwellwert S1 verglichen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die von den 15 Faltungsfunktionsvorrichtungen ausgegebenen Beträge mit jeweils voneinander verschiedenen Schwellwerten S1 bis S15 verglichen werden.

Jede der Faltungsfunktionen weist eine Zeitdauer auf, in der Messwerte eines Messsignals verarbeitet werden. Mit zunehmender Zahl der Faltungsfunktionen, denen ein Messsignal jeweils zugeführt wird, nimmt die diesen Faltungsfunktionen zugehörige Zeitdauer ab. Wenn eine jeweilige Zeitdauer einer Faltungsfunktion über die Anzahl der Faltungsfunktionen aufgetragen wird, kann eine solche Zeitdauerkurve einen linearen, exponentiellen oder logarithmischen Verlauf einnehmen. Fig. 4 zeigt als Beispiel einen linearen Verlauf einer solchen mit TF bezeichneten Kurve, wenn 5 Faltungsfunktionen vorgesehen sind.

Patentansprüche

1. Ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung (96), aufweisend:

- 5 - eine erste Faltungsfunktionsvorrichtung (51), welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang (511) ein an einer Irrigationsfluidleitung (8) erfasstes erstes Messsignal von einer ersten Messvorrichtung (19) zu empfangen, und an ihrem Ausgang (512) einen mittels einer ersten Faltungsfunktion (513) gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals auszugeben, wobei die erste Faltungsfunktion (513) eine erste Zeitdauer (t1) besitzt,
- 10 - eine erste Schwellwertvorrichtung (61), mit welcher sich ein erster Schwellwert (S1) für die zeitliche Ableitung des ersten Messsignals einrichten lässt,
- eine erste Vergleichsvorrichtung (71), welche eingerichtet ist, den von der ersten Faltungsfunktionsvorrichtung (51) ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals zu empfangen und den ersten Schwellwert (S1) zu empfangen und
15 nach Ablauf eines vorbestimmten ersten Zeitpunktes den ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals und den ersten Schwellwert (S1) miteinander zu vergleichen und ein erstes Vergleichsergebnis auszugeben,
- eine zweite Faltungsfunktionsvorrichtung (52), welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang (521) das an der Irrigationsfluidleitung (8) erfasste erste Messsignal zu
20 empfangen, und an ihrem Ausgang (522) einen mittels einer zweiten Faltungsfunktion (523) gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals auszugeben, wobei die zweite Faltungsfunktion (523) eine zweite Zeitdauer (t2) besitzt, welche kürzer als die erste Zeitdauer (t1) ist,
- eine zweite Schwellwertvorrichtung (62), mit welcher sich ein zweiter Schwellwert (S2) für die zeitliche Ableitung des ersten Messsignals einrichten lässt,
25
- eine zweite Vergleichsvorrichtung (72), welche eingerichtet ist, den von der zweiten Faltungsfunktionsvorrichtung (52) ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals zu empfangen und den zweiten Schwellwert (S2) zu empfangen und nach Ablauf eines vorbestimmten zweiten Zeitpunktes den ausgegebenen Betrag
30 der zeitlichen Ableitung des ersten Messsignals und den zweiten Schwellwert (S2) miteinander zu vergleichen und ein zweites Vergleichsergebnis auszugeben,
- eine erste Auswertevorrichtung (81), welche eingerichtet ist, das erste Vergleichsergebnis und das zweite Vergleichsergebnis zu empfangen und auszuwerten und ein erstes Auswertesignal auszugeben,

- eine Ansteuerungsvorrichtung (90), welche eingerichtet ist, das erste Auswertesignal zu empfangen und in Abhängigkeit von dem ersten Auswertesignal ein Steuersignal (91) zur Steuerung eines Parameters einer ophthalmochirurgischen Einrichtung (95) bereitzustellen.
- 5 2. Steuerungsmodulvorrichtung (96) nach Anspruch 1, wobei die erste Faltungsfunktion (513) und die zweite Faltungsfunktion (523) punktsymmetrisch zu ihrem jeweiligen Koordinatenursprung sind.
3. Steuerungsmodulvorrichtung (96) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Betrag des zweiten Schwellwertes (S2) verschieden von dem Betrag des ersten Schwellwertes (S1)
- 10 ist.
4. Steuerungsmodulvorrichtung (96) nach einem der vorherigen Ansprüche, aufweisend:
- eine dritte Faltungsfunktionsvorrichtung (53), welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang (531) ein an einer Aspirationsfluidleitung (9) erfasstes zweites Messsignal von einer zweiten Messvorrichtung (29) zu empfangen, und an ihrem Ausgang (533) einen
- 15 mittels einer dritten Faltungsfunktion (533) gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals auszugeben, wobei die dritte Faltungsfunktion (533) eine dritte Zeitdauer (t3) besitzt,
- eine dritte Schwellwertvorrichtung (63), mit welcher sich ein dritter Schwellwert (S3) für die zeitliche Ableitung des zweiten Messsignals einrichten lässt,
- 20 - eine dritte Vergleichsvorrichtung (73), welche eingerichtet ist, den von der dritten Faltungsfunktionsvorrichtung (53) ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals zu empfangen und den dritten Schwellwert (S3) zu empfangen und nach Ablauf eines vorbestimmten dritten Zeitpunktes den ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals und den dritten Schwellwert (S3)
- 25 miteinander zu vergleichen und als drittes Vergleichsergebnis auszugeben,
- eine vierte Faltungsfunktionsvorrichtung (54), welche eingerichtet ist, an ihrem Eingang (541) das an der Aspirationsfluidleitung (9) erfasste zweite Messsignal zu empfangen, und an ihrem Ausgang (542) einen mittels einer vierten Faltungsfunktion (543) gefalteten Betrag einer zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals
- 30 auszugeben, wobei die vierte Faltungsfunktion (543) eine vierte Zeitdauer (t4) besitzt, welche kürzer als die dritte Zeitdauer (t3) ist,
- eine vierte Schwellwertvorrichtung (64), mit welcher sich ein vierter Schwellwert (S4) für die zeitliche Ableitung des zweiten Messsignals einrichten lässt,

- eine vierte Vergleichsvorrichtung (74), welche eingerichtet ist, den von der vierten Faltungsfunktionsvorrichtung (54) ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals zu empfangen und den vierten Schwellwert (S4) zu empfangen und nach Ablauf eines vorbestimmten vierten Zeitpunktes den ausgegebenen Betrag der zeitlichen Ableitung des zweiten Messsignals und den vierten Schwellwert (S4) miteinander zu vergleichen und als viertes Vergleichsergebnis auszugeben,
 - eine zweite Auswertevorrichtung (82), welche eingerichtet ist, das dritte Vergleichsergebnis und das vierte Vergleichsergebnis zu empfangen und auszuwerten und ein zweites Auswertesignal auszugeben,
- 5
- 10 wobei die Ansteuerungsvorrichtung (90) eingerichtet ist, das zweite Auswertesignal zu empfangen und in Abhängigkeit von dem ersten Auswertesignal und dem zweiten Auswertesignal ein Steuersignal (91) zur Steuerung eines Parameters einer ophthalmochirurgischen Einrichtung (95) bereitzustellen.
- 15
5. Steuerungsmodulvorrichtung (96) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das erste Messsignal oder das zweite Messsignal ein Wegsignal eines Wegsensors zur Bestimmung eines Fluidpegels oder zur Bestimmung einer Membranposition ist oder wobei das erste Messsignal oder das zweite Messsignal ein Volumensignal eines Sensors zur Bestimmung eines Volumens einer Fluidkammer ist.
- 20
6. Steuerungsmodulvorrichtung (96) nach Anspruch 4 oder 5, wobei die dritte Faltungsfunktion (533) und die vierte Faltungsfunktion (543) punktsymmetrisch zu ihrem jeweiligen Koordinatenursprung sind.
7. Steuerungsmodulvorrichtung (96) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei der Betrag des vierten Schwellwertes (S4) verschieden von dem Betrag des dritten Schwellwertes (S3) ist.
8. Steuerungsmodulvorrichtung (96) nach einem der Ansprüche 4 bis 7, wobei die erste Faltungsfunktion (513) gleich der dritten Faltungsfunktion (533) ist und die zweite Faltungsfunktion (523) gleich der vierten Faltungsfunktion (543) ist.
- 25
9. Steuerungsmodulvorrichtung (96) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, wobei der erste Schwellwert (S1) gleich dem dritten Schwellwert (S3) ist und der zweite Schwellwert (S2) gleich dem vierten Schwellwert (S4) ist.
- 30
10. Ophthalmochirurgisches System (1), welches eine ophthalmochirurgische Steuerungsmodulvorrichtung (96) gemäß einem der vorherigen Ansprüche und eine ophthalmochirurgische Einrichtung (95) mit einer Irrigationsfluidleitung (8), einer ersten Fluidpumpe (10) für Irrigation, einer Aspirationsfluidleitung (9) und einer zweiten Fluidpumpe (20) für Aspiration aufweist.

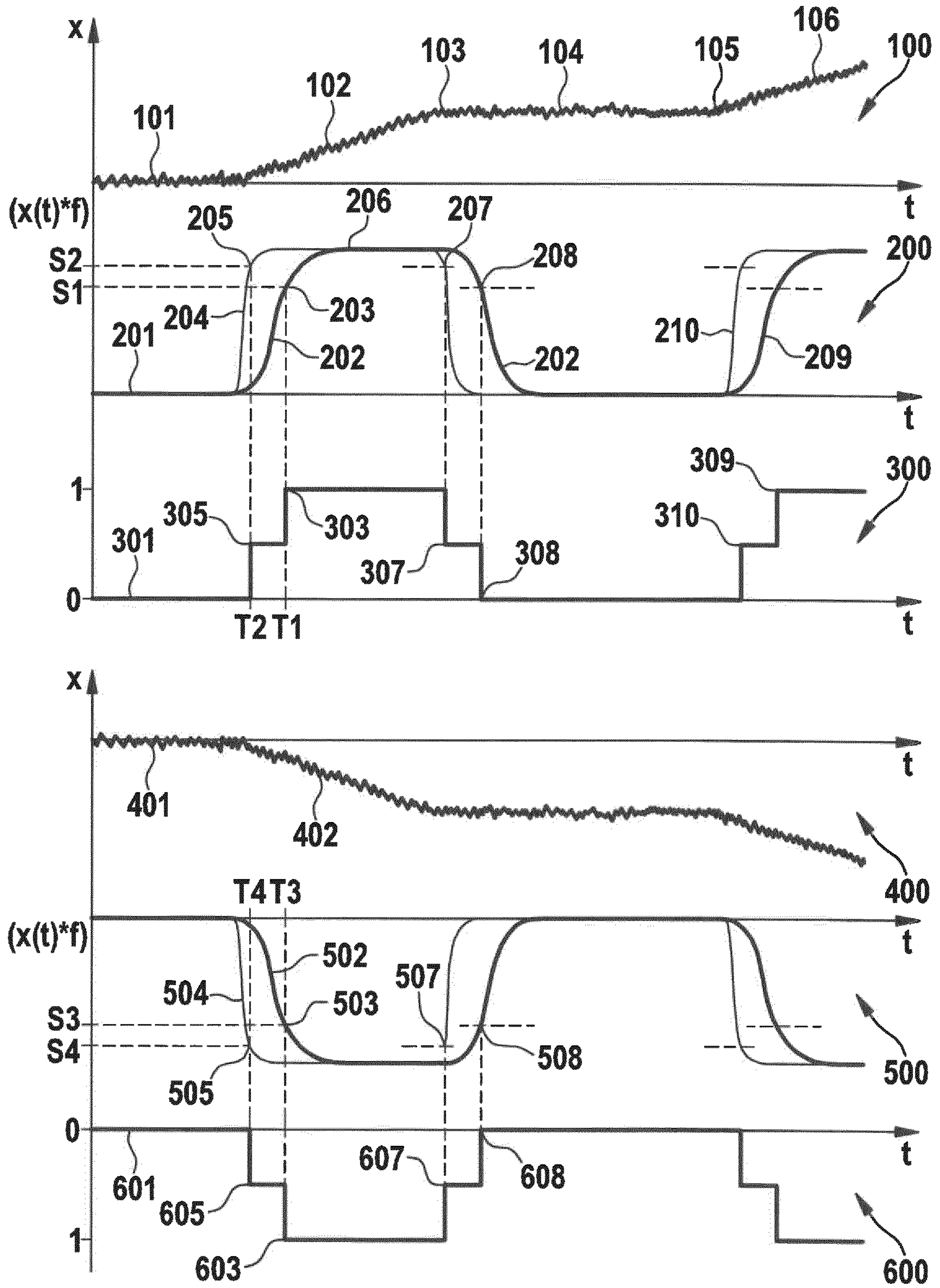


Fig. 2

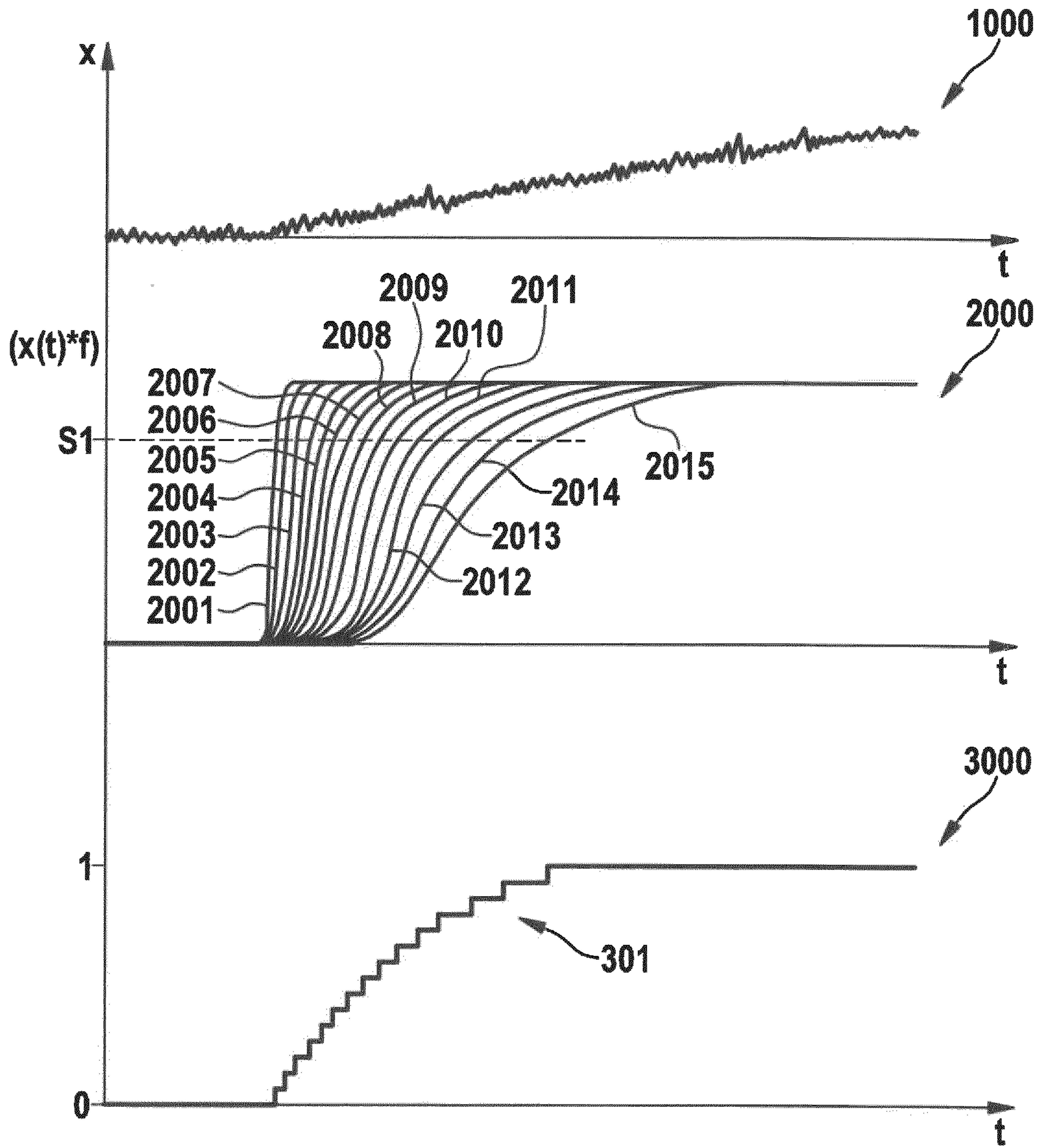


Fig. 3

4 / 4

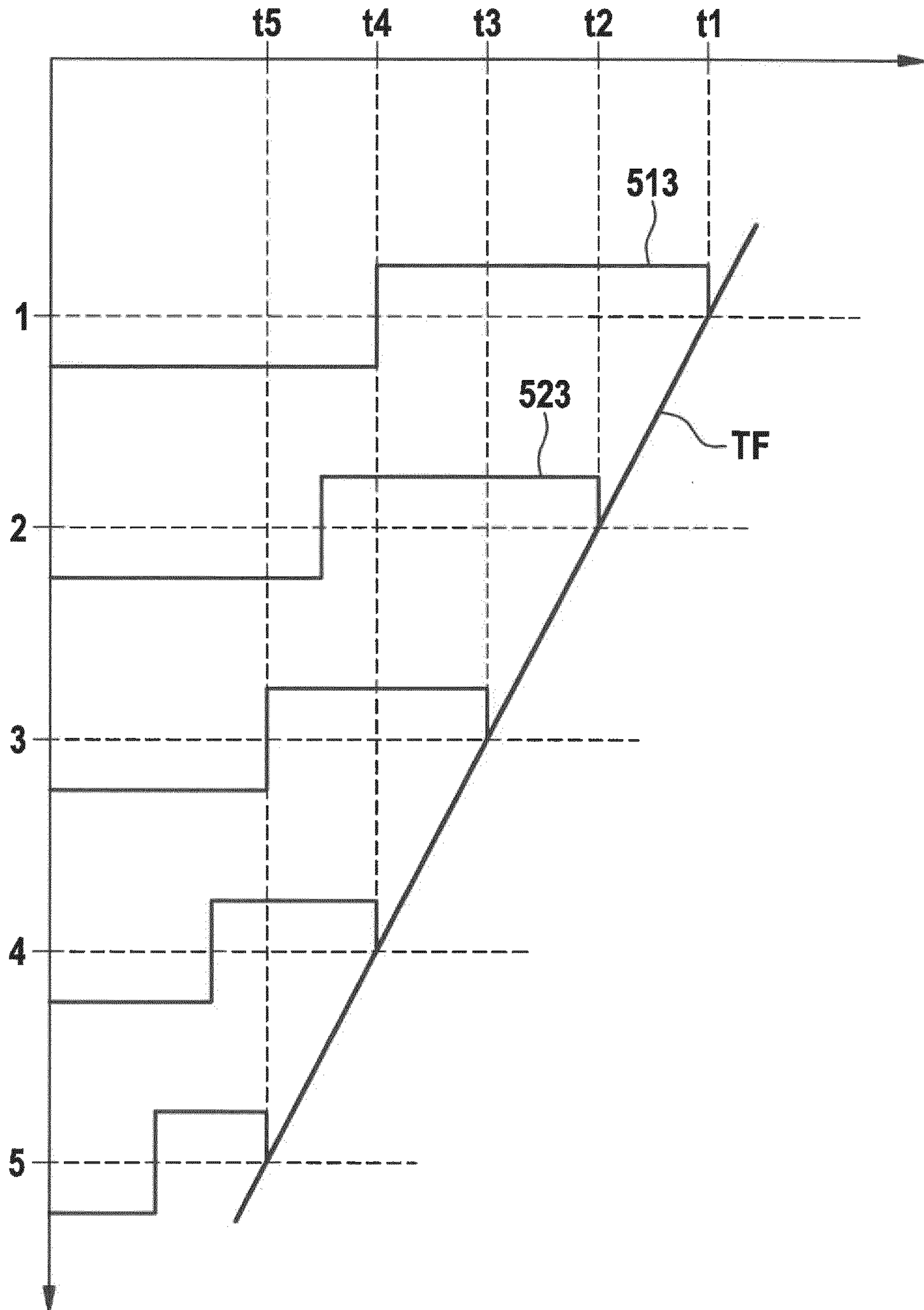


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/080249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>A61F 9/007</i> (2006.01)i 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) 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.
A	EP 1765190 A2 (ALCON INC [CH]) 28 March 2007 (2007-03-28) paragraphs [0001], [0034], [0037], [0039]	1-10
A	WO 2005092022 A2 (ALCON INC [CH]; BOUKHNY MIKHAIL [US] ET AL.) 06 October 2005 (2005-10-06) the whole document	1-10
A	US 2005209561 A1 (GORDON RAPHAEL [US] ET AL) 22 September 2005 (2005-09-22) the whole document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 22 January 2021		Date of mailing of the international search report 04 February 2021
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Jansen, Birte Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/080249

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	1765190	A2	28 March 2007	AT	402682	T	15 August 2008
				AU	2005226683	A1	06 October 2005
				BR	PI0509131	A	28 August 2007
				CA	2559749	A1	06 October 2005
				CN	101065072	A	31 October 2007
				CN	101502460	A	12 August 2009
				DK	1765190	T3	03 November 2008
				EP	1765190	A2	28 March 2007
				ES	2311219	T3	01 February 2009
				JP	4625070	B2	02 February 2011
				JP	2007530146	A	01 November 2007
				PL	1765190	T3	30 January 2009
				PT	1765190	E	30 October 2008
				SI	1765190	T1	31 December 2008
				US	2005228425	A1	13 October 2005
				US	2005261715	A1	24 November 2005
				US	2010036406	A1	11 February 2010
				US	2010121364	A1	13 May 2010
				US	2011015563	A1	20 January 2011
				US	2012296264	A1	22 November 2012
				US	2013211435	A1	15 August 2013
				WO	2005092023	A2	06 October 2005
WO	2005092022	A2	06 October 2005	AT	433718	T	15 July 2009
				AU	2005226682	A1	06 October 2005
				BR	PI0509072	A	21 August 2007
				CA	2559499	A1	06 October 2005
				CN	101123917	A	13 February 2008
				EP	1729658	A2	13 December 2006
				ES	2327053	T3	23 October 2009
				JP	4629726	B2	09 February 2011
				JP	2007530145	A	01 November 2007
				US	2005209621	A1	22 September 2005
				US	2005267504	A1	01 December 2005
				US	2010130914	A1	27 May 2010
				US	2010268388	A1	21 October 2010
				WO	2005092022	A2	06 October 2005
US	2005209561	A1	22 September 2005	ES	2351885	T3	11 February 2011
				US	2005209561	A1	22 September 2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. A61F9/007
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 A61F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 765 190 A2 (ALCON INC [CH]) 28. März 2007 (2007-03-28) Absätze [0001], [0034], [0037], [0039] -----	1-10
A	WO 2005/092022 A2 (ALCON INC [CH]; BOUKHNY MIKHAIL [US] ET AL.) 6. Oktober 2005 (2005-10-06) das ganze Dokument -----	1-10
A	US 2005/209561 A1 (GORDON RAPHAEL [US] ET AL) 22. September 2005 (2005-09-22) das ganze Dokument -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

22. Januar 2021

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/02/2021

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

Jansen, Birte

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/080249

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1765190	A2	28-03-2007	AT 402682 T 15-08-2008
			AU 2005226683 A1 06-10-2005
			BR PI0509131 A 28-08-2007
			CA 2559749 A1 06-10-2005
			CN 101065072 A 31-10-2007
			CN 101502460 A 12-08-2009
			DK 1765190 T3 03-11-2008
			EP 1765190 A2 28-03-2007
			ES 2311219 T3 01-02-2009
			JP 4625070 B2 02-02-2011
			JP 2007530146 A 01-11-2007
			PL 1765190 T3 30-01-2009
			PT 1765190 E 30-10-2008
			SI 1765190 T1 31-12-2008
			US 2005228425 A1 13-10-2005
			US 2005261715 A1 24-11-2005
			US 2010036406 A1 11-02-2010
			US 2010121364 A1 13-05-2010
			US 2011015563 A1 20-01-2011
			US 2012296264 A1 22-11-2012
			US 2013211435 A1 15-08-2013
			WO 2005092023 A2 06-10-2005

WO 2005092022	A2	06-10-2005	AT 433718 T 15-07-2009
			AU 2005226682 A1 06-10-2005
			BR PI0509072 A 21-08-2007
			CA 2559499 A1 06-10-2005
			CN 101123917 A 13-02-2008
			EP 1729658 A2 13-12-2006
			ES 2327053 T3 23-10-2009
			JP 4629726 B2 09-02-2011
			JP 2007530145 A 01-11-2007
			US 2005209621 A1 22-09-2005
			US 2005267504 A1 01-12-2005
			US 2010130914 A1 27-05-2010
			US 2010268388 A1 21-10-2010
			WO 2005092022 A2 06-10-2005

US 2005209561	A1	22-09-2005	ES 2351885 T3 11-02-2011
			US 2005209561 A1 22-09-2005
