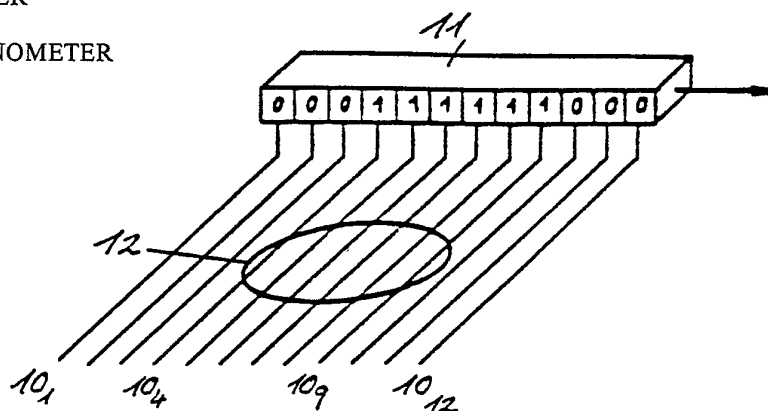


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁴ : A61B 3/16	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 87/ 01572 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. März 1987 (26.03.87)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE86/00387 (22) Internationales Anmeldedatum: 22. September 1986 (22.09.86) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 35 33 693.5 (32) Prioritätsdatum: 21. September 1985 (21.09.85) (33) Prioritätsland: DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: DRAEGER, Jörg [DE/DE]; Universitätsaugenklinik, Martinistr. 52, D-2000 Hamburg 20 (DE). (72) Erfinder;und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : HECHLER, Burkhard [DE/DE]; Fasanenweg 4, D-6101 Rossdorf (DE). LE- VEDAG, Stefan [DE/DE]; Taunushöhe 1, D-6233 Kelkheim (DE). RUDOLPH, Gottfried [DE/DE]; Antoniusstr. 20, D-6000 Frankfurt a.M. 50 (DE).	(74) Anwalt: MÜNICH, NEIDL-STIPPLER, SCHILLER; Willibaldstr. 36/38, D-8000 München 21 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: APPLANATION TONOMETER

(54) Bezeichnung: APPLANATIONSTONOMETER

(57) Abstract

The above-described tonometer comprises a pressure element applicable to the cornea of the eye to be examined, the element being capable of pretensioning at a specific force, and a sensor (1, 10) to measure the applanation surface. Since the capillary effect of the lacrymal fluid has an effect on the measurement results, the dimensions of the wetting surface are first determined, mainly at the precise moment when the surface sensor (1, 10) comes in contact with the cornea (3) without flattening it. Using the subsequent measurement of the flattening surface for a specific pressure application, a control unit (11) calculates the intra-ocular pressure taking into account the wetting surface.

(57) Zusammenfassung

Ein Applanationstonometer besteht aus einem an die Hornhaut des zu untersuchenden Auges anlegbaren Druckkörper, der mit einer definierten Kraft vorspannbar ist, und einem Sensor (1, 10) für die Applanationsfläche. Da die Kapillarwirkung der Tränenflüssigkeit das Messergebnis beeinflusst, wird zuerst die Grösse der Benetzungsfläche ermittelt und zwar dann, wenn der Flächensensor (1, 10) die Hornhaut (3) gerade berührt, ohne sie abzuflatteln. Aus der nachfolgenden Messung der Applanationsfläche bei definierter Druckkraft berechnet eine Steuer-Einheit (11) den Augeninnendruck unter Berücksichtigung der Benetzungsfläche.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	ML	Mali
AU	Australien	GA	Gabun	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BE	Belgien	HU	Ungarn	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	IT	Italien	NO	Norwegen
BR	Brasilien	JP	Japan	RO	Rumänien
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
DE	Deutschland, Bundesrepublik	LU	Luxemburg	TD	Tschad
DK	Dänemark	MC	Monaco	TG	Togo
FI	Finnland	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika

1

ApplanationstonometerB e s c h r e i b u n g

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Applanationstonometer, insbesondere zur Applanationstonometrie nach Goldmann, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Nach der von Fick d.Ä., Imbert sowie Goldmann entwickelten
10 Theorie kann der Innendruck im Auge dadurch hinreichend genau bestimmt werden, daß man mittels eines Druckkörpers die Hornhaut abplattet, und die zur Erzielung einer bestimmten Abplattungsfläche benötigte Kraft erfaßt. Nach den Berechnungen von Goldmann sollte der Durchmesser der
15 abgeplatteten Fläche 3,06mm sein, da sich bei diesem Durchmesser die Eigensteifigkeit der Cornea und die Kapillaradhäsion der Tränenflüssigkeit an der Hornhautoberfläche gerade die Waage halten, so daß die zur Abplattung benötigte Kraft bezogen auf die Abplattungsfläche gerade
20 dem im Auge herrschenden Druck entspricht.

Bei dem von Goldmann entwickelten Spaltlampentonometer ist der Durchmesser der abgeplatteten Fläche visuell mittels einer Skala im Beobachtungsstrahlengang bestimmt worden.
25 Ein Bestimmung des Applanationsdurchmessers durch die untersuchende Person ist ferner auch bei dem in der DE-AS 1 291 438 beschriebenen Tonometer sowie den in dieser Druckschrift als Stand der Technik angegebenen Applanationstonometern vorgesehen (Auf den vorstehend sowie im
30 folgenden angegebenen Stand der Technik wird im übrigen zur Erläuterung aller nicht im einzelnen beschriebenen Merkmale ausdrücklich Bezug genommen.)

Die Bestimmung des Applanationsdurchmessers durch die
35 Untersuchungsperson hat den Nachteil, daß subjektive Beurteilungen in den Meßvorgang einfließen, so daß relativ große Fehler bei der Bestimmung des Durchmessers der

- 2 -

1

applanierten Fläche auftreten können.

Deshalb ist verschiedentlich vorgeschlagen worden, die
5 applanierte Fläche bzw. deren Durchmesser mit einem (objektiven) Meßverfahren zu bestimmen.

Beispielsweise ist aus der DE-PS 20 40 238 ein Flächensensor für die applanierte Fläche bekannt, der die Widerstandsänderung einer Elektrodenanordnung aufgrund der Benetzung mit Tränenflüssigkeit zur Bestimmung der Größe der Fläche verwendet.

Ferner ist aus der DE-OS 26 43 879 ein optischer Sensor
15 für die applanierte Fläche bekannt. Hierzu ist der Druckkörper als Prisma ausgebildet, das von einer Lichtquelle beleuchtet wird. Die Eintritts- und Austrittsflächen des Prismas sind so ausgebildet, daß das Beleuchtungslicht an den Stellen total reflektiert wird, an denen der Druckkörper auf der Cornea aufliegt, während das Beleuchtungslicht
20 an den Stellen, an denen der Druckkörper nicht aufliegt, nicht reflektiert wird. Die Intensität des total reflektierten Lichts wird mit einem Detektor gemessen, dessen Ausgangssignal als Maß für die Größe der applanierten
25 Fläche herangezogen wird.

Diese bekannten Sensoren für die Größe der applanierten Fläche haben eine Reihe von Nachteilen:

30 Die elektrischen Eigenschaften der Corneaoberfläche wechseln von Messung zu Messung. Hierzu wird auf den Artikel von H.J. Schlegel "Versuche zu einer elektronischen Applanationstheorie" in Ber. Dtsch. Ophthal. Ges. 67, S.239-245 verwiesen. Deshalb ist der in der DE-PS 20 40 238 beschriebene Impedanzsensor für applanierte Fläche mit einem
35 relativ großem Fehler behaftet.

- 3 -

1

Vor allem aber weisen die vorstehend genannten Sensoren für die applanierte Fläche - wie erfindungsgemäß erkannt worden ist - einen systematischen Meßfehler aufgrund des
5 Anhaftens von Tränenflüssigkeit am Druckkörper auf: Durch Kapillaradhäsion haftet Tränenflüssigkeit auch seitlich von der applanierten Fläche an, so daß mit den bekannten Sensoren nicht die Größe der tatsächlich applanierten Fläche, sondern ein gegenüber dieser Fläche vergrößertes
10 Flächenareal gemessen wird.

Darüberhinaus haben die meisten bekannten Applanationstonometer den Nachteil, daß die Kraft, mit der der Druckkörper an das Auge angedrückt wird, nicht lageunabhängig ist.
15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Applanationstonometer anzugeben, bei dem eine exakte Bestimmung des im Auge herrschenden Drucks möglich ist.

20 Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist mit ihren Weiterbildungen in den Ansprüchen gekennzeichnet.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß bei den bekannten Tonometern zwei Fehlerquellen für die Druckbestimmung
25 auftreten können: Zum einen wird die Applanationsfläche durch die aufgrund der Kapillaradhäsion zusammengezogene Tränenflüssigkeit vergrößert, die am Druckkörper und an der Cornea aufgrund der Oberflächenbenetzung anhaftet. Zum anderen treten bei manchen der bekannten Verfahren Fehler
30 bei der Kraftbestimmung auf, die insbesondere durch eine lageabhängige Kraftapplikation hervorgerufen werden.

Zur Beseitigung dieser Fehlerquellen wird erfindungsgemäß von einem Applanationstonometer gemäß dem Oberbegriff des
35 Patentanspruchs 1 ausgegangen, und dieses Tonometer durch

- 4 -

1

die Merkmale des kennzeichnenden Teils weitergebildet:

Erfindungsgemäß wird die abgeplattete Fläche der Cornea
5 mit einem Flächensensor gemessen. Da mit dem Flächensensor
jeweils die applanierte Oberfläche und der sie umgebende
Flüssigkeitsring gemessen wird, wird erfindungsgemäß vor
der eigentlichen Applanationsmessung die Größe des Flüssigkeitsrings bestimmt. Diese Information erhält man - wie
10 ebenfalls erfindungsgemäß erkannt worden ist - aus dem
Ausgangssignal des Flächensensors bei "Null-Applanation",
d.h. in dem Moment, in dem der Druckkörper "gerade" die
Hornhautoberfläche berührt. Mit der so bestimmten Größe
des Flüssigkeitsrings wird dann während der Messung das
15 Meßergebnis für die applanierte Fläche korrigiert, d.h. im
wesentlichen die Fläche des umgebenden Flüssigkeitsrings
von der gemessenen Fläche subtrahiert. Damit erhält man
unabhängig von der spezifischen Oberflächenbenetzung immer
den tatsächlichen Applanationsdurchmesser, der die Anwen-
20 dung des IMBERT-FICK'schen Gesetzes erlaubt.

Zusätzlich wird die Kraft, mit der die Abplattung hervor-
gerufen wird, während der Messung bestimmt. Diese Bestim-
mung der tatsächlich angreifenden Kraft kann entweder
25 durch die Auswertung der spezifischen Daten des verwen-
deten Antriebs oder durch die Verwendung einer Kraftmeßein-
richtung erfolgen.

Somit erhält man eine genaue Messung sowohl der tatsäch-
30 lich an der Hornhautoberfläche angreifenden Kraft als auch
der tatsächlich applanierten Fläche, die eine exakte
Bestimmung des Innendrucks erlauben; bei den bekannten
Verfahren dagegen wird der tatsächlich herrschende Druck
aufgrund des angelagerten Flüssigkeitsrings in der Regel
35 unterschätzt.

- 5 -

1.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben:

- 5 In den Ansprüchen 2 bis 4 sind Ausführungen des Flächen-sensors angegeben, die beispielsweise bei dem erfindungs-gemäßen Tonometer verwendet werden können:

Bei dem in Anspruch 2 beanspruchten kapazitiven Flächen-
10 sensor wird die gute elektrische Leitfähigkeit der wasser-reichen Cornea ausgenutzt. Die Applanationsfläche dient als eine Platte eines Kondensators, gegen die eine mit einem Dielektrikum beschichtete Metallplatte als Sensor-fläche und als Druckkörper gedrückt wird. Damit entsteht
15 eine der Applanationsfläche proportionale Kapazität, die mit den in der Elektrotechnik bekannten Verfahren bestimmt werden kann. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn gemäß Anspruch 3 die von der Cornea und dem Druckkörper gebildete Kapazität als frequenzbestimmendes Glied eines
20 Oszillators genutzt wird, da dann die Kapazitätsmessung mit Hochfrequenzströmen erfolgen kann, für die der Widerstand der Cornea und damit die Abweichung vom idealen Kondensatorverhalten besonders gering ist. Anders als bei dem aus der DE-PS 20 40 238 bekannten Flächensensor gehen
25 damit von Auge zu Auge und von Messung zu Messung unterschiedliche Leitfähigkeiten praktisch nicht in die Bestimmung der applanierten Fläche ein.

In Anspruch 4 ist gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung
30 zur Bestimmung der abgeplatteten Fläche ein optischer Sensor sein kann. Dieser optische Sensor nutzt die unterschiedlichen Brechungs- und Reflexionseigenschaften bei der Berührung von Medien mit unterschiedlichem Brechungsindex.

35

Die Strahlführung im Meßkopf kann dabei so ausgelegt

- 6 -

1

werden, wie dies beispielsweise in der DE-OS 26 43 879 beschrieben ist. Ferner kann sie auch so beschaffen sein, daß dort, wo die Hornhaut bzw. die Tränenflüssigkeit als
5 wässriges Medium anliegt, die Strahlen vom Einfallslot weg zur Hornhaut hin gebrochen werden, während die Grnezflächen gegen Luft total reflektieren. In jedem Falle kann aus der Differenz zwischen einfallendem und reflektiertem Licht, das mit einem Intensitätssensor gemessen wird, auf
10 die Größe der benetzten Sensorfläche geschlossen werden. Ferner ist es auch möglich, mit einem ortsauflösenden Sensor zu arbeiten, um beispielsweise den Durchmesser der applanierten Fläche direkt zu bestimmen.

15 Um jeden Einfluß störenden Umgebungslichts auszuschließen, ist es gemäß Anspruch 5 besonders vorteilhaft, als Lichtquelle des optischen Sensors eine Infrarotleuchtdiode zu verwenden, die mit einem modulierten Signal angesteuert wird.

20

In Anspruch 6 ist eine weitere Möglichkeit für den Flächensensor gekennzeichnet: Auf der Sensoroberfläche, die an der Hornhaut anliegt, ist ein Vielzahl von Leiterbahnen aufgebracht, die mit hochohmigen Eingangsanschlüssen der
25 Steuereinheit verbunden sind. Die vergleichsweise gut leitende Hornhaut bzw. die Tränenflüssigkeit schliessen die direkt anliegenden Leiterbahnen kurz auf ein Potential, das beispielsweise an der Stirnstütze des Tonometers anliegt. Zur Berechnung der applanierten Fläche "zählt"
30 die Steuereinheit die kurz geschlossenen Leiterbahnen. Auch dieser Flächensensor hat gegenüber dem aus der DE-PS 20 40 238 bekannten Sensor den Vorteil, daß individuelle Schankungen im Widerstand der Cornea keinen Einfluß auf das Meßergebnis haben.

35

In den Ansprüchen 7 folgende sind Möglichkeiten beschrie-

- 7 -

1

ben, die tatsächlich an der Cornea angreifende Kraft genau zu bestimmen.

- 5 Die in den Ansprüchen 7 und 8 gekennzeichneten Antriebe bieten nicht nur die Möglichkeit, die zum Erzielen der gewünschten Applanationsfläche erforderlichen Kräfte im Bereich ca 1 bis 5 Pond einfach und schnell -so daß keine Verfälschungen des Meßergebnisses auftreten können- auf
10 den Druckkörper aufzubringen, sondern erlauben auch in einfacher Weise, aus dem Speisestrom die aufgebrachte Kraft zu bestimmen.

- In Anspruch 9 ist eine besonders vorteilhafte Ausbildung
15 des erfindungsgemäßen Tonometers gekennzeichnet. Bei diesem Tonometer wird ein axialer Kraftaufnehmer verwendet, der mit dem Flächensensor in Kontakt steht, so daß sich der momentane Druck bei beliebiger Kraftausübung bestimmen läßt.

20

- Damit ist es auch möglich, gemäß Anspruch 10 auf jeden Antrieb zum Aufbringen der für die Applanation benötigten Kraft zu verzichten. Die bloße Annäherung mit der Untersucherhand genügt, um eine Applanation zu erzielen, die den
25 gewünschten Bereich (Durchmesser der applanierten Fläche = 5mm) überdeckt.

- Damit wird es möglich, das eigentliche Tonometer auf die Größe eines "Kugelschreibers inmitten einer Visierlupe" zu
30 reduzieren.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben, in der zeigen:

35

Fig.1 einen Teil eines erfindungsgemäßen Tonometers,

1

nämlich einen kapazitiven Flächensensor, und
Fig.2 einen Teil eines erfindungsgemäßen Tonometers,
nämlichen einen "Potentiallinien-Flächensensor".

5

Fig. 1 zeigt einen Teil eines erfindungsgemäßen Applana-
tionstonometers, nämlich als Flächensensor ausgebildeten
Druckkörper. Der Druckkörper weist eine elektrisch leiten-
de Platte 1 auf, die mit einem Dielektrikum 2 beschichtet
10 ist. Die Platte 1, das Dielektrikum 2 und die Hornhaut 3
des applanierten Auges bilden einen Kondensator, dessen
Kapazität C_x mit dem in Fig. 1 schematisch angedeuteten
Meßkreis gemessen wird. Dieser Meßkreis kann beispielswei-
se über die Stirnstütze des Tonometers geschlossen werden.
15 Die Kapazität des Kondensators ist dabei ein Maß für die
applanierte Fläche sowie den diese Fläche umgebenden
Tränenflüssigkeitsring 4.

Zur Bestimmung der Größe des Rings 4, d.h. der Größe der
20 Benetzung der Sensorfläche wird erfindungsgemäß die Kapa-
zität des gebildeten Kondensators bei Null-Applanation,
d.h. in dem Moment gemessen, in dem die Sensorfläche die
Hornhaut 3 gerade berührt, ohne sie abzuplatten. Mit
dieser Messung vor Beginn der eigentlichen Applanation
25 kann die nicht dargestellte Steuereinheit jederzeit die
bei einer bestimmten Kraft gemessene Applanationsfläche um
den momentanen Anteil des die eigentliche Applanationsflä-
che umgebenden Flüssigkeitsrings 4 korrigieren, da die
Breite b des Flüssigkeitsrings 4 aus der "Null-Messung"
30 bekannt ist.

Damit erhält man die tatsächliche Applanationsfläche,
beispielsweise mit einem Durchmesser von 3,06mm, für die
dann das IMBERT-FICK'sche Gesetz gilt, so daß der Innen-
35 druck des Auges leicht über die zur Erzielung dieser
Fläche benötigte Kraft ohne systematischen Fehler bestimmt

- 9 -

1

werden kann.

Ausdrücklich wird jedoch darauf hingewiesen, daß sich das
5 erfindungsgemäße Applanationstonometer nicht nur für
Messungen nach Goldmann eignet, bei denen die Kraft be-
stimmt wird, die zum Erzielen einer abgeplatteten Fläche
mit einem Durchmesser von 3,06mm benötigt wird, sondern
auch für andere Messungen, beispielsweise für Messung in
10 der Veterinärmedizin, bei denen u.U. andere Durchmesser
der applanierten Fläche erforderlich sind, oder zu Messun-
gen in der Humanmedizin, bei denen Kraft/Applanationsflä-
che-Kennlinien aufgenommen werden.

15 Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführung des Flächen-
sensors eines erfindungsgemäßen Applanationstonometers. Der
nicht im einzelnen dargestellte Druckkörper weist auf
seiner Anlagefläche eine Vielzahl von Leiterbahnen 10₁ bis
10₁₂ auf, die mit Eingängen einer Steuereinheit 11 verbun-
20 den sind. Legt man an das applahierte Auge ein Potential,
beispielsweise wiederum über die Stirnstütze des Tonome-
ters an, so werden (bei dem gezeigten Beispiel) die Lei-
terbahnen 10₄ bis 10₉ durch die applanierte Hornhaut 3
bzw. den sie umgebenden Tränenflüssigkeitsring 4 -in Fig.2
25 nur durch einen Kreis 12 angedeutet- "kurzgeschlossen",
d.h. die entsprechenden Eingänge der Stueereinheit liegen
beispielsweise auf "1"-Potential. Damit erlaubt auch der
in Fig. 2 dargestellte "Potentialliniensensor" eine genaue
Bestimmung der applanierten Fläche, die wiederum in der
30 vorstehend erläuterten Weise von der nicht im einzelnen
dargestellten Steuerelektronik um die Fläche des Rings 4
korrigiert wird, so daß man die tatsächlich applanierte
Fläche erhält.

35 Vorstehend ist die Erfindung exemplarisch beschrieben
worden. Es versteht sich von selbst, daß innerhalb des

- 10 -

1

allgemeinen Erfindungsgedankens die verschiedensten Modifikationen möglich sind:

5 Als Steuereinheit kann eine analoge oder digitale Schaltung oder auch ein Computer verwendet werden. Besonders vorteilhaft ist es jedoch, einen Einchip-Mikroprozessor zu verwenden, der insbesondere dann, wenn ein Gerät ohne Antrieb für die Applanationskraft verwendet wird, den
10 Aufbau eines kompakten und leichten Geräts ermöglicht, das nur noch Kugelschreibergröße hat.

Das erfindungsgemäße Applanationsstomometer kann aber auch in eine Spaltlampe oder eine Beobachtungslupe integriert
15 werden.

Neben der besonders bevorzugten Ausführungsform, bei der ein Flächen- und ein Kraftsensor verwendet werden, und der Benutzer selbst die Applanationskraft ausübt, können
20 natürlich auch Geräte verwendet werden, bei denen ein lageunabhängiger Antrieb für die Applanations-Kraft, beispielsweise ein Drehspul- oder ein Tauchspulantrieb verwendet wird. Diese Antriebe haben den Vorteil, daß mit ihnen ein schneller Kraftanstieg realisierbar ist. Die von
25 dem Antrieb aufgebrachte Kraft kann über den Speisestrom bestimmt werden. Natürlich ist es aber auch möglich, einen zusätzlichen Kraftaufnehmer zu verwenden.

In jedem Falle erhält man ein genaues und dennoch kompaktes Gerät, das in der Human- und Veterinärmedizin universell verwendbar ist.
30

35

1

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Applanationstonometer mit einem an die Hornhaut des zu
5 untersuchenden Auges anlegbaren Druckkörper, der mit einer
bestimmten Kraft vorspannbar ist, einer Meßeinrichtung für
die Applanationsfläche und einer Steuereinheit, die aus der
Kraft und der Applanationsfläche den Augeninnendruck
berechnet,
- 10 **gekennzeichnet** durch die Kombination folgender Merkmale:
- (a) die Kraft greift definiert unabhängig von der Lage des
Applanationstonometer am Druckkörper an, und
 - (b) ein Flächensensor mißt die Fläche der Benetzung des
Druckkörpers mit Tränenflüssigkeit und die Applana-
15 tionsfläche vor und während des Angreifens der Kraft,
und
 - (c) die Steuereinheit korrigiert zur Berechnung des Augen-
innendrucks die während des Angreifens der Kraft
gemessene Applanationsfläche um die zuvor gemessene
20 Benetzungsfläche mit Tränenflüssigkeit.
2. Applanationstonometer nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Meßeinrichtung für die
Applanationsfläche ein kapazitiver Flächensensor (1,2,3)
25 ist.
3. Applanationstonometer nach Anspruch 2,
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kapazität des Flächensen-
sors mit einem Hochfrequenzstrom gemessen wird.
- 30 4. Applanationstonometer nach Anspruch 1,
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Flächensensor ein opti-
scher Sensor ist, der die unterschiedliche Reflexion von
Licht an der applanierten Fläche und der nicht auf der
35 Hornhaut aufliegenden Fläche erfaßt.

- 12 -

1

5. Applanationstonometer nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle des optischen
Sensors eine gepulste Infrarotlichtquelle ist.

5

6. Applanationstonometer nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß auf der Auflagefläche des
Druckkörpers eine Vielzahl (10) von Leiterbahnen aufge-
bracht sind, die die applanierte Fläche "kurzschließt".

10

7. Applanationstonometer nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Tauchspulen-Antrieb den
Druckkörper an die Hornhaut andrückt.

15 8. Applanationstonometer nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Drehspulen-Antrieb den
Druckkörper an die Hornhaut andrückt.

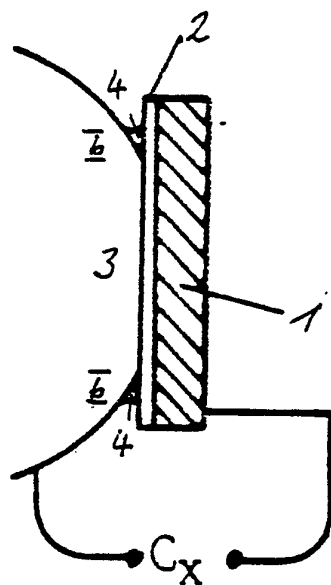
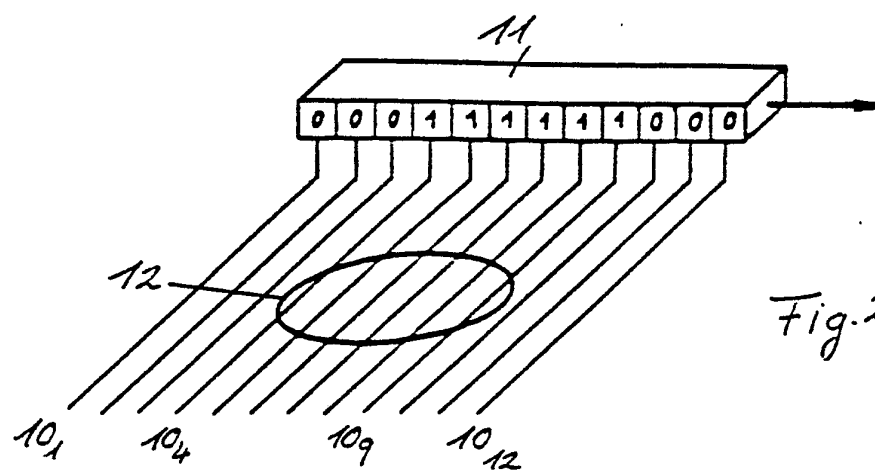
9. Applanationstonometer nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
20 dadurch gekennzeichnet, daß ein Kraftsensor vorgesehen
ist.

10. Applanationstonometer nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß die untersuchende Person den
25 Druckkörper andrückt und das Tonometer als kleines Handge-
rät ausgebildet ist.

30

35

1/1

Fig. 1Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 86/00387

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶ According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl.⁴ A 61 B 3/16																	
II. FIELDS SEARCHED Minimum Documentation Searched ⁷ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;">Classification System</td> <td style="padding: 5px;">Classification Symbols</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int.Cl.⁴</td> <td style="padding: 5px;">A 61 B</td> </tr> </table> Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. ⁴	A 61 B											
Classification System	Classification Symbols																
Int.Cl. ⁴	A 61 B																
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%; font-size: x-small;">Category *</th> <th style="width: 60%; font-size: x-small;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 30%; font-size: x-small;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td style="vertical-align: top;">DE, A, 2040238 (JOHN HOPKINS UNIVERSITY) 17 February 1972, see page 3, lines 20-31; page 13, line 13 to page 14, line 10; claims 1,5; figures 1-4 (cited in the application) --</td> <td style="vertical-align: top;">1-3,9,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td style="vertical-align: top;">DE, A, 3421701 (JENOPTIK JENA) 13 December 1984, see page 22, lines 29-31; page 27, lines 7-15; page 32, lines 5-31; claim 1; figure 1 --</td> <td style="vertical-align: top;">1,4,5,9,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td style="vertical-align: top;">DE, B, 1291438 (J.D. MÖLLER) 27 March 1969, see column 4, lines 42-55; claims 1,3; figure 1 (cited in the application) --</td> <td style="vertical-align: top;">1,4,8,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">A</td> <td style="vertical-align: top;">FR, A, 2412054 (J. PRETNAR et al.) 13 July 1979, see page 2, line 20 to page 3, line 3, page 3, lines 11-19; page 3, line 35 to page 4, line 8, page 5, lines 13-33; figures 3,5, 8 --</td> <td style="vertical-align: top;">1,6,9 ./.</td> </tr> </table>			Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	A	DE, A, 2040238 (JOHN HOPKINS UNIVERSITY) 17 February 1972, see page 3, lines 20-31; page 13, line 13 to page 14, line 10; claims 1,5; figures 1-4 (cited in the application) --	1-3,9,10	A	DE, A, 3421701 (JENOPTIK JENA) 13 December 1984, see page 22, lines 29-31; page 27, lines 7-15; page 32, lines 5-31; claim 1; figure 1 --	1,4,5,9,10	A	DE, B, 1291438 (J.D. MÖLLER) 27 March 1969, see column 4, lines 42-55; claims 1,3; figure 1 (cited in the application) --	1,4,8,10	A	FR, A, 2412054 (J. PRETNAR et al.) 13 July 1979, see page 2, line 20 to page 3, line 3, page 3, lines 11-19; page 3, line 35 to page 4, line 8, page 5, lines 13-33; figures 3,5, 8 --	1,6,9 ./.
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³															
A	DE, A, 2040238 (JOHN HOPKINS UNIVERSITY) 17 February 1972, see page 3, lines 20-31; page 13, line 13 to page 14, line 10; claims 1,5; figures 1-4 (cited in the application) --	1-3,9,10															
A	DE, A, 3421701 (JENOPTIK JENA) 13 December 1984, see page 22, lines 29-31; page 27, lines 7-15; page 32, lines 5-31; claim 1; figure 1 --	1,4,5,9,10															
A	DE, B, 1291438 (J.D. MÖLLER) 27 March 1969, see column 4, lines 42-55; claims 1,3; figure 1 (cited in the application) --	1,4,8,10															
A	FR, A, 2412054 (J. PRETNAR et al.) 13 July 1979, see page 2, line 20 to page 3, line 3, page 3, lines 11-19; page 3, line 35 to page 4, line 8, page 5, lines 13-33; figures 3,5, 8 --	1,6,9 ./.															
[*] Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document 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 "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															
IV. CERTIFICATION <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Date of the Actual Completion of the International Search</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Date of Mailing of this International Search Report</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; text-align: center;">11 December 1986 (11.12.86)</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">22 January 1987 (22.01.87)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">International Searching Authority</td> <td style="padding: 5px;">Signature of Authorized Officer</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; text-align: center;">European Patent Office</td> <td></td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	11 December 1986 (11.12.86)	22 January 1987 (22.01.87)	International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	European Patent Office								
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report																
11 December 1986 (11.12.86)	22 January 1987 (22.01.87)																
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer																
European Patent Office																	

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	US, A, 3832890 (B. GROLMAN et al.) 3 September 1974, see claims 1,3; figure	1,4,5
	--	
A	US, A, 3308653 (W. ROTH) 14 March 1967, see colum 3, lines 69-74: claims 1,4; figure 3	1,7,9,10

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/DE 86/00387 (SA 14565)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 07/01/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A- 2040238	17/02/72	None	
DE-A- 3421701	13/12/84	None	
DE-B- 1291438		None	
FR-A- 2412054	13/07/79	None	
US-A- 3832890	03/09/74	None	
US-A- 3308653		None	

For more details about this annex :
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 86/00387

I. KLASSEFIZKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶ Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int. Cl. 4. A 61 B 3/16																	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff⁷ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Klassifikationssystem</td> <td style="padding: 5px;">Klassifikationssymbole</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int. Cl. 4</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">A 61 B</td> </tr> </table> Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸			Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	Int. Cl. 4	A 61 B											
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole																
Int. Cl. 4	A 61 B																
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Art*</th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Kennzeichnung der Veröffentlichung¹¹, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile¹²</th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Betr. Anspruch Nr. ¹³</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, A, 2040238 (JOHN HOPKINS UNIVERSITY) 17. Februar 1972, siehe Seite 3, Zeilen 20-31; Seite 13, Zeile 13 bis Seite 14, Zeile 10; Ansprüche 1,5; Figuren 1-4 (In der Anmeldung erwähnt) --</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1-3,9,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, A, 3421701 (JENOPTIK JENA) 13. Dezember 1984, siehe Seite 22, Zeilen 29-31; Seite 27, Zeilen 7-15; Seite 32, Zeilen 5-31; Anspruch 1; Figur 1 --</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1,4,5,9,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, B, 1291438 (J.D. MÖLLER) 27. März 1969, siehe Spalte 4, Zeilen 42-55; Ansprüche 1,3; Figur 1 (In der Anmeldung erwähnt) --</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1,4,8,10</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">FR, A, 2412054 (J.PRETNAR et al.) 13. Juli 1979, siehe Seite 2, Zeile 20 bis Seite 3, Zeile 3; Seite 3, Zeilen 11-19; Seite 3, Zeile 35 bis Seite 4, Zeile 8; --</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1,6,9 ./.</td> </tr> </table> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰: "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, 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 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³	A	DE, A, 2040238 (JOHN HOPKINS UNIVERSITY) 17. Februar 1972, siehe Seite 3, Zeilen 20-31; Seite 13, Zeile 13 bis Seite 14, Zeile 10; Ansprüche 1,5; Figuren 1-4 (In der Anmeldung erwähnt) --	1-3,9,10	A	DE, A, 3421701 (JENOPTIK JENA) 13. Dezember 1984, siehe Seite 22, Zeilen 29-31; Seite 27, Zeilen 7-15; Seite 32, Zeilen 5-31; Anspruch 1; Figur 1 --	1,4,5,9,10	A	DE, B, 1291438 (J.D. MÖLLER) 27. März 1969, siehe Spalte 4, Zeilen 42-55; Ansprüche 1,3; Figur 1 (In der Anmeldung erwähnt) --	1,4,8,10	A	FR, A, 2412054 (J.PRETNAR et al.) 13. Juli 1979, siehe Seite 2, Zeile 20 bis Seite 3, Zeile 3; Seite 3, Zeilen 11-19; Seite 3, Zeile 35 bis Seite 4, Zeile 8; --	1,6,9 ./.
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³															
A	DE, A, 2040238 (JOHN HOPKINS UNIVERSITY) 17. Februar 1972, siehe Seite 3, Zeilen 20-31; Seite 13, Zeile 13 bis Seite 14, Zeile 10; Ansprüche 1,5; Figuren 1-4 (In der Anmeldung erwähnt) --	1-3,9,10															
A	DE, A, 3421701 (JENOPTIK JENA) 13. Dezember 1984, siehe Seite 22, Zeilen 29-31; Seite 27, Zeilen 7-15; Seite 32, Zeilen 5-31; Anspruch 1; Figur 1 --	1,4,5,9,10															
A	DE, B, 1291438 (J.D. MÖLLER) 27. März 1969, siehe Spalte 4, Zeilen 42-55; Ansprüche 1,3; Figur 1 (In der Anmeldung erwähnt) --	1,4,8,10															
A	FR, A, 2412054 (J.PRETNAR et al.) 13. Juli 1979, siehe Seite 2, Zeile 20 bis Seite 3, Zeile 3; Seite 3, Zeilen 11-19; Seite 3, Zeile 35 bis Seite 4, Zeile 8; --	1,6,9 ./.															
IV. BESCHEINIGUNG <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</td> <td style="padding: 5px;">Absendedatum des internationalen Recherchenberichts</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">11. Dezember 1986</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">22 JAN 1987</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Internationale Recherchenbehörde</td> <td style="padding: 5px;">Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Europäisches Patentamt</td> <td style="padding: 5px;">M. VAN MOL </td> </tr> </table>			Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	11. Dezember 1986	22 JAN 1987	Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	Europäisches Patentamt	M. VAN MOL							
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts																
11. Dezember 1986	22 JAN 1987																
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten																
Europäisches Patentamt	M. VAN MOL																

III.EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	Seite 5, Zeilen 13-33; Figuren 3,5,8 --	
A	US, A, 3832890 (B. GROLMAN et al.) 3. September 1974, siehe Ansprüche 1,3; Figur	1,4,5
	--	
A	US, A, 3308653 (W.ROTH) 14. März 1967, siehe Spalte 3, Zeilen 69-74; Ansprüche 1,4; Figur 3	1,7,9,10

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/DE 86/00387 (SA 14565)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 07/01/87

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A- 2040238	17/02/72	Keine	
DE-A- 3421701	13/12/84	Keine	
DE-B- 1291438		Keine	
FR-A- 2412054	13/07/79	Keine	
US-A- 3832890	03/09/74	Keine	
US-A- 3308653		Keine	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang :
siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82