

(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
6. August 2015 (06.08.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/114000 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G02F 1/01 (2006.01) G02B 21/00 (2006.01)
G02F 1/03 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/051694

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Januar 2015 (28.01.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 201 472.7
28. Januar 2014 (28.01.2014) DE

(71) Anmelder: LEICA MICROSYSTEMS CMS GMBH
[DE/DE]; CPTD, Ernst-Leitz-Strasse 17-37, 35578
Wetzlar (DE).

(72) Erfinder: LEIMBACH, Volker; Nachtigalstr. 71, 67065
Ludwigshafen (DE). MRAWEK, Patric; Zeppelinstrasse
10, 67435 Neustadt (DE).

(74) Anwalt: BRADL, Joachim; Leica Microsystems GmbH,
Corporate Patents + Trademarks Department, Ernst-Leitz-
Strasse 17-37, 35578 Wetzlar (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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR REDUCING MECHANICAL VIBRATIONS IN ELECTRO-OPTICAL MODULATORS, AND
ARRANGEMENT COMPRISING AN ELECTRO-OPTICAL MODULATOR

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR REDUKTION MECHANISCHER SCHWINGUNGEN BEI ELEKTROOPTISCHEN
MODULATOREN UND ANORDNUNG MIT EINEM ELEKTROOPTISCHEN MODULATOR

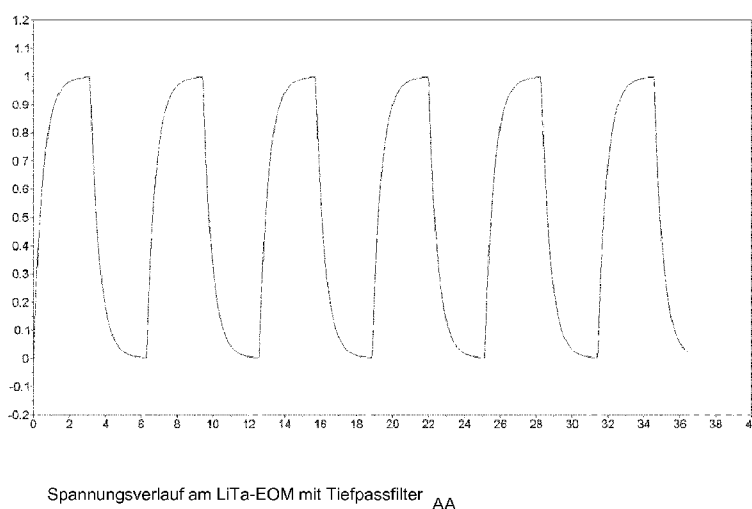


FIG. 5:
AA voltage curve on LiTa EOM using low-pass filter

(57) Abstract: The invention relates to a
method for reducing mechanical vibrations in
electro-optical modulators (EOM) (1), in
particular in modulators with LiTa crystals, the
EOM (1) being excited by a driver (2) using a
pulsed voltage time curve. The EOM (1) is
excited using modified square wave signals or
square wave pulses such that said signals or
pulses reduce or prevent an excitation of
mechanical vibrations of the EOM (1) on the
basis of a special flank design. The invention
further relates to an arrangement for using the
method according to the invention.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft
ein Verfahren zur Reduktion mechanischer
Schwingungen bei elektrooptischen
Modulatoren (EOM) (1), insbesondere bei
Modulatoren mit LiTa-Kristallen, wobei der
EOM (1) über einen Treiber (2) mit
pulsförmigem zeitlichem Spannungsverlauf
angeregt wird, wobei die Anregung des EOM
(1) mit modifizierten Rechtecksignalen oder
Rechteckpulsen erfolgt, dergestalt, dass diese
aufgrund eines besonderen Flankendesigns eine
Anregung mechanischer Schwingungen des
EOM (1) reduzieren oder vermeiden. Des

Weiteren betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Nutzung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Verfahren zur Reduktion mechanischer Schwingungen bei elektrooptischen Modulatoren und Anordnung mit einem elektrooptischen Modulator

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduktion mechanischer Schwingungen bei elektrooptischen Modulatoren (EOM), insbesondere bei Modulatoren mit LiTa-Kristallen, wobei der EOM über einen Treiber mit pulsartigem zeitlichem Spannungsverlauf angeregt wird. Ein Treiber im Sinne der vorliegenden Erfindung ist hierbei eine Apparatur, die einen gewünschten zeitlichen Spannungsverlauf zur Verfügung stellen kann, beispielsweise ein Verstärker, der ein geeignetes TTL-Eingangssignal verstärkt. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Anordnung mit einem elektrooptischen Modulator (EOM), insbesondere mit einem LiTa-Kristall, und einem Treiber, der den EOM mit pulsartigem zeitlichem Spannungsverlauf anregt, zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

15

Die Erfindung bezieht sich ganz allgemein auf die Nutzung eines elektrooptischen Modulators, beispielsweise zur Beeinflussung des einzukoppelnden Lichts bei Laserscanmikroskopen, insbesondere Konfokalmikroskopen und Multi-Photonen-Mikroskopen.

20

Unter einem solchen Modulator versteht man ganz allgemein ein optisches Bauteil, um Licht eine definierte Charakteristik aufzuprägen. Dies kann beispielsweise eine zeitliche oder räumliche Amplituden- oder Phasenvariation sein.

25

Weitere konkrete Anwendungen finden solche Modulatoren in optischen Spektrometern, um Messlicht eine Charakteristik aufzuprägen, so dass es nach dem Durchlauf durch das Spektrometer besser vom Umgebungslicht separiert werden kann. Weitere Anwendungen finden sich in der Laser-Materialbearbeitung oder der Laser-Entfernungsmessung. Im Rahmen nachrichtentechnischer Anwendungen dienen die Modulatoren dazu, einem Trägerlichtstrahl ein Informations- oder Datensignal aufzumodulieren, analog oder digital. Das modulierte Licht wird dabei typischerweise durch ein Lichtleiterkabel zu einem Empfänger geleitet.

30

35

- 2 -

Zum relevanten druckschriftlichen Stand der Technik sei lediglich beispielhaft auf die DE 195 42 490 C1, DE 10 201 870 B4, DE 4 446 185 C2 oder DE 10 2010 047 353 A1 verwiesen.

5 Gemäß der DE 10 201 870 B4 sind Einrichtungen zur Abschwächung der von einer
Lichtquelle ausgehenden Strahlung beispielsweise aus der Multi-Photonen-
Mikroskopie bekannt. Dort wird ein zu untersuchendes Objekt von einem Lichtstrahl
abgetastet und wird die jeweils lokal angeregte Fluoreszenzstrahlung untersucht.
Zur variablen Abschwächung des von der Lichtquelle kommenden Lichtstrahls wird
10 ein elektrooptischer Modulator (EOM) verwendet. Dieser kann einen
doppelbrechenden Kristall umfassen, dessen doppelbrechende Eigenschaft von
einer an den Kristall angelegten Spannung abhängt. Dieser elektrooptische Effekt
kann je nach Einstellung der Spannung zur Variation der Lichtleistung verwendet
werden. Insbesondere ist es möglich, die Polarisationsrichtung der sich im Kristall
15 ausbreitenden Lichtstrahlung in Abhängigkeit von der Stärke der Spannung zu ver-
ändern, um die Variation der Lichtleistung mit einem nachgeschalteten Analysator
einzustellen.

20 Aus dem druckschriftlichen Stand der Technik sowie aus der Praxis ist die
Verwendung unterschiedlichster Kristalle für EOMs bekannt. Entsprechende EOMs
werden durch elektrische Signale mit rechteckförmigem zeitlichen
Spannungsverlauf angesteuert. Bedingt durch die piezoelektrischen Eigenschaften
der elektrooptischen Kristalle entstehen mechanische Schwingungen, die
regelmäßig durch eine mechanische Aufhängung gedämpft werden. Eine solche
25 Dämpfung ist aufgrund des erforderlichen konstruktiven Aufwands und des dadurch
bedingten Bauraums nachteilig. Außerdem gelingt eine solche – mechanische –
Dämpfung nur bedingt und nicht bei allen Kristallen. Eine solche Dämpfung ist
beispielsweise bei LiTa-Kristallen aufgrund ihrer Struktur nicht möglich.

30 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur
Reduktion mechanischer Schwingungen bei elektrooptischen Modulatoren
anzugeben, welches ungeachtet der konkret verwendeten Kristalle hinreichend gut
funktioniert und einen kleinen Bauraum der EOMs gestattet. Eine entsprechende
Anordnung unter Nutzung des erfindungsgemäßen Verfahrens soll ebenfalls
35 angegeben werden.

- 3 -

Erfindungsgemäß ist die voranstehende Aufgabe in Bezug auf das
erfindungsgemäße Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1 und in Bezug
auf die erfindungsgemäße Anordnung durch die Merkmale des nebengeordneten
Anspruchs 8 gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei dem pulsformigen zeitlichen
Spannungsverlauf zum Anregen des EOM der Flankenanstieg möglichst steil sein
muss, um in den Mikroskopbildern scharfe Kanten zu erhalten. Ist der Anstieg
jedoch zu steil, werden insbesondere Lithiumniobat-Kristalle (LiNbO_3) oder LiTa-
Kristalle (LiTa wird im Folgenden als Abkürzung für Lithiumtantalat – also LiTaO_3 –
verwendet) zu mechanischen Schwingungen angeregt. Daher wird eine
Flankensteilheit angestrebt, die gerade noch langsam genug ist, um die Anregung
der mechanischen Schwingungen zu vermeiden, zumindest aber so gering wie
möglich zu halten. Die Flankensteilheit muss jedoch noch schnell genug sein, um
hinreichend scharfe Kanten zu erhalten.

Im Konkreten ist das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gekennzeichnet, dass
die Anregung des EOM mit modifizierten Rechtecksignalen oder Rechteckpulsen
erfolgt, dergestalt, dass diese aufgrund eines besonderen Flankendesigns eine An-
regung mechanischer Schwingungen des EOM reduzieren oder vermeiden.

Die erfindungsgemäße Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Treiber
unmittelbar oder mittelbar modifizierte Rechtecksignale oder Rechteckpulse liefert,
dergestalt, dass diese aufgrund eines besonderen Flankendesigns eine Anregung
mechanischer Schwingungen des EOM reduzieren oder vermeiden.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, dass eine Dämpfung der bei EOMs
auftretenden Schwingungen durch mechanische Maßnahmen nur bedingt möglich
ist, vor allem nur bei ganz bestimmten Kristallen, beispielsweise bei KD^*P -Kristallen.

Des Weiteren ist erkannt worden, dass die nur schwer zu dämpfenden
Schwingungen zu störenden Schwankungen der optischen Transmission führen,
insbesondere bei EOMs mit LiTa-Kristallen.

Weiter ist erkannt worden, dass sich die störenden mechanischen Schwingungen ganz erheblich reduzieren oder gar eliminieren lassen, wenn die Anregung des EOM mit modifizierten Rechtecksignalen oder Rechteckpulsen erfolgt, dahingehend, dass die mechanischen Schwingungen aufgrund eines besonderen Flankendesigns reduziert oder sogar vermieden sind.

Im Konkreten kann die Anregung der Eigenresonanzfrequenz des Kristalls durch eine Reduktion der Flankensteilheit des steuernden Rechtecksignals verringert werden. Dadurch wird die störende optische Modulation unterdrückt oder ganz verringert bzw. völlig unterbunden. Die Reduktion der Flankensteilheit kann im einfachsten Falle durch einen oder mehrere elektrische, vorzugsweise einstellbare und/oder regelbare Filter erreicht werden, insbesondere durch mindestens einen elektrischen Filter mit geeigneter Zeitkonstante, vorzugsweise durch einen Tiefpassfilter oder einen Bandpassfilter.

Im Konkreten lassen sich über den Filter unterschiedliche Kurvenformen und/oder vorgebbare Flankenformen für die Anregung des EOM generieren.

Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass das modifizierte Rechtecksignal über den Treiber bereitgestellt, zumindest aber moduliert wird. Dazu kann der Treiber eine Hochspannungsendstufe umfassen, die ein Steuersignal mit definierter, vorzugsweise regelbarer Flankensteilheit liefert. So sind vielfältige Kurvenformen für die Ansteuerung denkbar, beispielsweise teilweise linear oder nicht-linear.

Wesentlich ist hier jedenfalls, dass über den Treiber unterschiedliche Kurvenformen und/oder vorgebbare Flankenformen für die Anregung des EOM generierbar sind, wie dies auch über einen zwischengeschalteten Filter grundsätzlich möglich ist.

Es gilt zu bedenken, dass typischerweise der Treiber alleine die modifizierten Rechtecksignale oder Rechteckpulse nicht mit einer für die Anwendung angepassten Geschwindigkeit des Flankenanstieges generieren kann, die Rechteckpulse also keine angepasste Anstiegszeit besitzen. Beispielsweise liegen die Frequenzanteile der modifizierten Rechtecksignale oder Rechteckpulse in so einem Fall im Kilohertz-Bereich. Daher werden vom Treiber – bevorzugt – reine Rechtecksignale oder Rechteckpulse erzeugt, diese aber mit einer deutlich

geringeren Anstiegszeit. Diese reinen Rechtecksignale oder Rechteckpulse besitzen beispielsweise Frequenzanteile im Megahertz-Bereich. Sie können mit einem vorzugsweise einstellbaren Filter entsprechend der Erfindung „getunt“ werden. Diese kombinierte Vorgehensweise, zugunsten von Signalen/Pulsen mit einer geringeren Anstiegszeit, ist von ganz besonderer Bedeutung.

Die erfindungsgemäße Anordnung nutzt das erfindungsgemäße Verfahren. Insoweit sind die gleichen Merkmale relevant, wie sie zum erfindungsgemäßen Verfahren erörtert worden sind.

Vor allem ist wesentlich, dass, jeweils für sich gesehen, ein elektrischer Filter, insbesondere mit geeigneter Zeitkonstante, vorgesehen sein kann. Dabei kann es sich im Konkreten um einen Tiefpassfilter oder einen Bandpassfilter handeln, der das vom Treiber generierte Rechtecksignal in seiner Flankensteilheit reduziert. Alternativ oder zusätzlich kann der Treiber unterschiedliche Kurvenformen und/oder Flankenformen für die Anregung des EOM generieren.

In Kombination der beiden Maßnahmen ist es denkbar, dass der Treiber Rechtecksignale oder Rechteckpulse mit einer für die Anwendung angepassten Geschwindigkeit des Flankenanstiegs generieren kann. Diese Signale oder Pulse können hochfrequente Anteile im Megahertz-Bereich besitzen und werden über den elektrischen Filter im Sinne der Erfindung getunt. Alternativ ist es denkbar, dass direkt modifizierte Rechtecksignale oder Rechteckpulse generiert werden, wobei eventuell zusätzlich (beispielsweise im Falle hoher Spannungen oder anderer erschwerender Umstände) mit Hilfe eines Regelkreises der gewünschte Spannungsverlauf kontrolliert wird. Weiterhin ist eine Regelung denkbar, die die Rechtecksignale oder Rechteckpulse in einer Form modifiziert, dass die Anregung mechanischer Schwingungen des EOM reduziert oder gar unterbunden wird.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im

Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert.
In der Zeichnung zeigen

- 5 Fig. 1 in einer schematischen Ansicht eine übliche, aus dem Stand der Technik bekannte EOM-Treiber-Anordnung,
- Fig. 2 in einer schematischen Ansicht den typischen zeitlichen Spannungsverlauf an einem für sich bekannten LiTa-EOM,
- 10 Fig. 3 in einer schematischen Ansicht den typischen zeitlichen Verlauf der optischen Transmission an einem entsprechenden LiTa-Kristall,
- Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen EOM-Treiber-Anordnung mit zwischen dem Treiber und dem EOM angeordnetem Tiefpassfilter,
- 15 Fig. 5 den aus der Anordnung gemäß Fig. 4 resultierenden zeitlichen Spannungsverlauf am EOM,
- 20 Fig. 6 den zeitlichen Verlauf der optischen Transmission unter Nutzung des Tiefpassfilters und
- Fig. 7 in einer schematischen Anordnung eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen EOM-Treiber-Anordnung mit einem Regelkreis, der zur treiberseitigen Erzeugung beliebiger Kurvenformen dient.
- 25

30 Gemäß Fig. 1 wird ein LiTa-EOM 1 über einen Treiber 2 mit pulsartigem zeitlichen Spannungsverlauf zur Schwingung angeregt.

Fig. 2 zeigt den pulsartigen zeitlichen Spannungsverlauf am EOM 1, nämlich im Konkreten einen rechteckförmigen zeitlichen Spannungsverlauf.

Fig. 3 zeigt den zeitlichen Verlauf der optischen Transmission.

Gemäß der Darstellung in Fig. 4 ist zwischen dem Treiber 2 und dem EOM 1 ein Tiefpassfilter 3 angeordnet, wobei der Tiefpassfilter 3 das Flankendesign des Steuersignals beeinflusst. Genauer gesagt wird die Anregung der Eigenresonanzfrequenz des EOM 1 durch Reduktion der Flankensteilheit des steuernden Signals verringert. Dadurch lässt sich die störende Anregung des Kristalls zu mechanischen Schwingungen unterdrücken, sogar vollständig unterbinden. Die Nutzung eines elektrischen Filters (Bezugszeichen 3 gemäß Fig. 3) ist als einfachste Variante der erfindungsgemäßen Ausführung zu verstehen.

Fig. 5 zeigt den zeitlichen Spannungsverlauf am EOM 1 unter Nutzung des Tiefpassfilters 3, wobei die Flankensteilheit reduziert ist.

Fig. 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der optischen Transmission bei Nutzung des Tiefpassfilters 3.

Gemäß der Abbildung in Fig. 7 ist ein Regelkreis 4 vorgesehen, der neben einer Steuerung 5 und einer Regelung 6 einen Hochspannungsverstärker 7 umfasst. Durch diese Anordnung wird ein modifiziertes Steuersignal 8 dem EOM 1 zur Verfügung gestellt, das durch eine Regelung stabilisiert wird.

Die in Fig. 7 gezeigte Alternative umfasst somit eine Spannungsquelle, die direkt den gewünschten Spannungsverlauf erzeugt. Der Hochspannungsverstärker 7 entspricht dem Treiber der zuvor erörterten Variante. Aufgrund der sehr hohen auftretenden Spannungen muss eine Regelung 6 eingesetzt werden, um einen sauberen Spannungsverlauf zu realisieren. Die bloße Ansteuerung reicht nicht aus.

Grundsätzlich ist es auch denkbar, die Regelung eines Filters bzw. des Spannungsverlaufs zu realisieren, um die unerwünschten Schwingungen des Kristalls zu eliminieren, zumindest aber zu minimieren.

Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zur Vermeidung von

- 8 -

Wiederholungen auf den allgemeinen Teil der Beschreibung sowie auf die beigefügten Patentansprüche verwiesen.

- 5 Schließlich sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele lediglich zur Erörterung der beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduktion mechanischer Schwingungen bei elektrooptischen Modulatoren (EOM) (1), insbesondere bei Modulatoren mit LiTa-Kristallen, wobei der EOM (1) über einen Treiber (2) mit pulsartigem zeitlichem Spannungsverlauf angeregt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anregung des EOM (1) mit modifizierten Rechtecksignalen oder Rechteckpulsen erfolgt, dergestalt, dass diese aufgrund eines besonderen Flankendesigns eine Anregung mechanischer Schwingungen des EOM (1) reduzieren oder vermeiden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flankensteilheit der den EOM (1) steuernden Rechtecksignale oder Rechteckpulse reduziert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Modifikation des Rechtecksignals oder Rechteckpulses durch mindestens einen zwischen dem Treiber (2) und dem EOM (1) wirkenden elektrischen Filter (3), insbesondere mit geeigneter Zeitkonstante, vorzugsweise durch einen Tiefpassfilter oder einen Bandpassfilter, realisiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass über den Filter (3) unterschiedliche Kurvenformen und/oder vorgebbare Flankenformen für die Anregung des EOM (1) generiert werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das modifizierte Rechtecksignal oder der Rechteckpuls über den Treiber (2) bereitgestellt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Treiber (2) eine Hochspannungsendstufe umfasst, die ein Steuersignal mit definierter, vorzugsweise regelbarer Flankensteilheit liefert.

- 10 -

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass über den Treiber (2) unterschiedliche Kurvenformen und/oder vorgebbare Flankenformen für die Anregung des EOM (1) generierbar sind.

5 8. Anordnung mit einem elektrooptischen Modulator (EOM (1)), insbesondere mit einem LiTa-Kristall, und einem Treiber (2), der den EOM (1) mit pulsartigem zeitlichem Spannungsverlauf anregt, zur Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

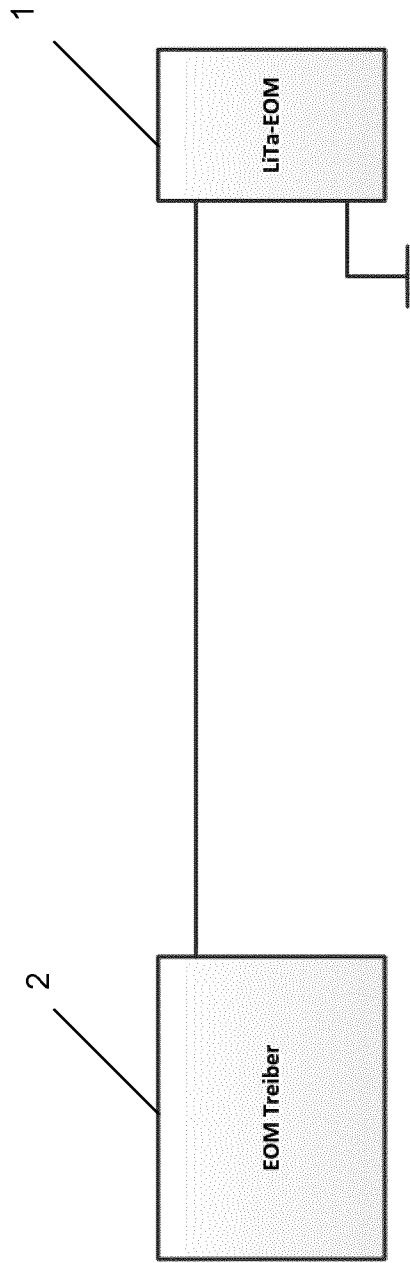
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Treiber (2) unmittelbar oder mittelbar modifizierte Rechtecksignale oder Rechteckpulse liefert, dergestalt, dass diese aufgrund eines besonderen Flankendesigns eine Anregung mechanischer Schwingungen des EOM (1) reduzieren oder vermeiden.

15 9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Treiber (2) und dem EOM (1) ein elektrischer Filter (3), insbesondere mit geeigneter Zeitkonstante, wirkt, vorzugsweise ein Tiefpassfilter, welcher das vom Treiber (2) generierte Rechtecksignal oder Rechteckpuls in seiner Flankensteilheit reduziert.

20 10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Treiber (2) eine Hochspannungsendstufe umfasst, die ein Steuersignal mit definierter, vorzugsweise regelbarer Flankensteilheit liefert.

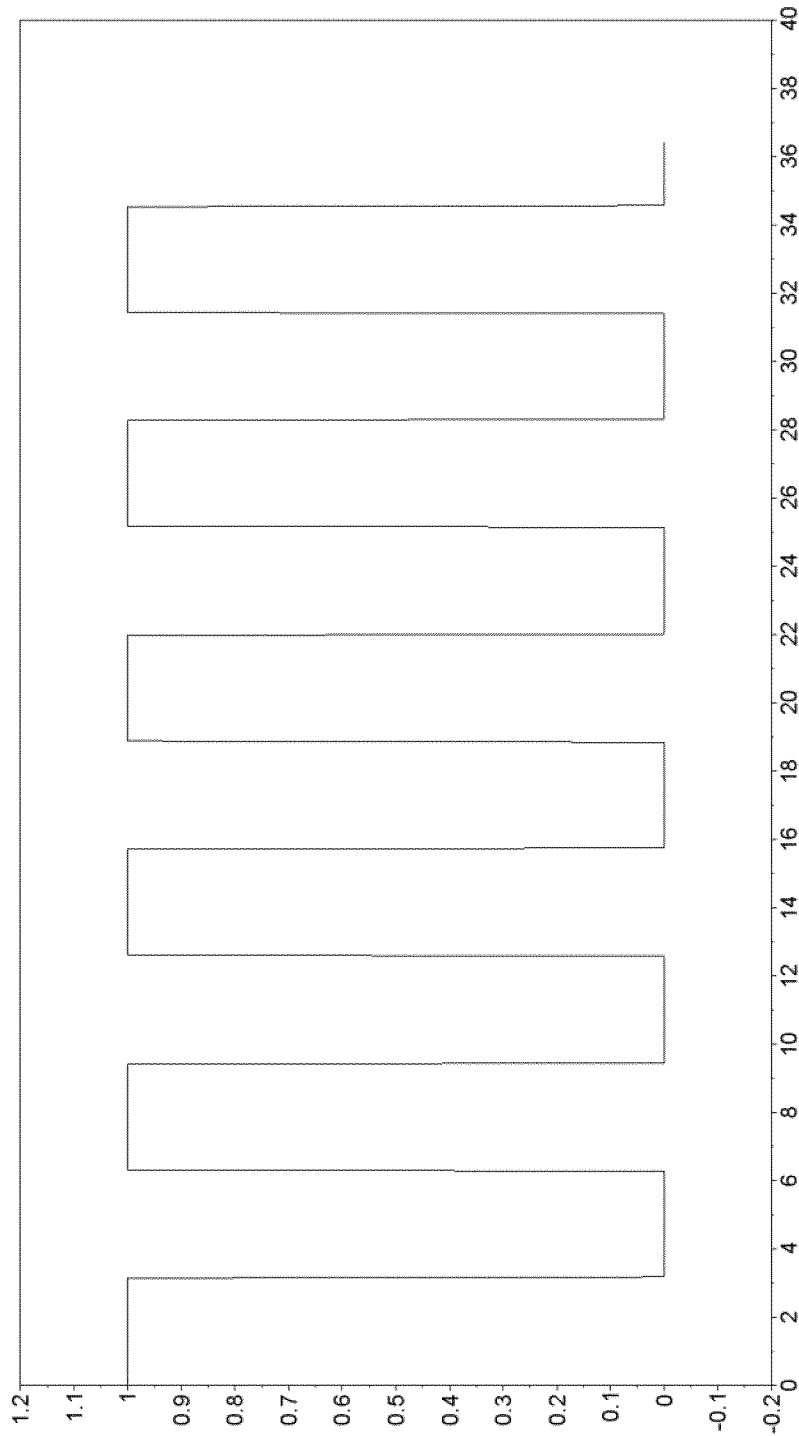
25 11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Treiber (2) unterschiedliche Kurvenformen und/oder Flankenformen für die Anregung des EOM (1) generiert.

30 12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, gekennzeichnet durch einen Regelkreis, mit welchem das Flankendesign der modifizierten Rechtecksignale derart vorgebbar ist, dass die Anregung mechanischer Schwingungen des EOM (1) reduziert oder vermieden werden.



bekannte EOM-Treiber-Anordnung

FIG. 1



Spannungsverlauf am LiTa-EOM

FIG. 2

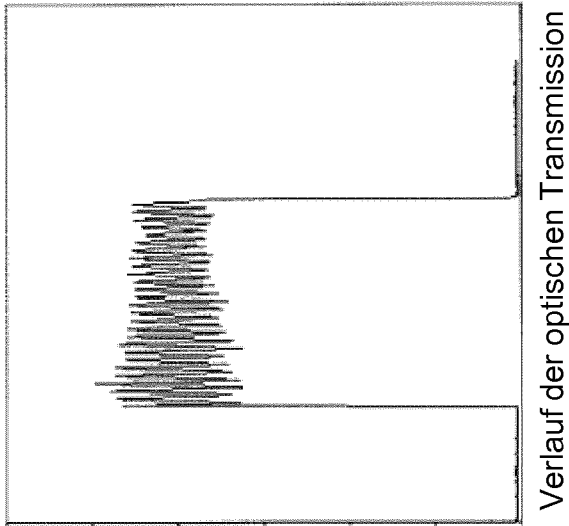
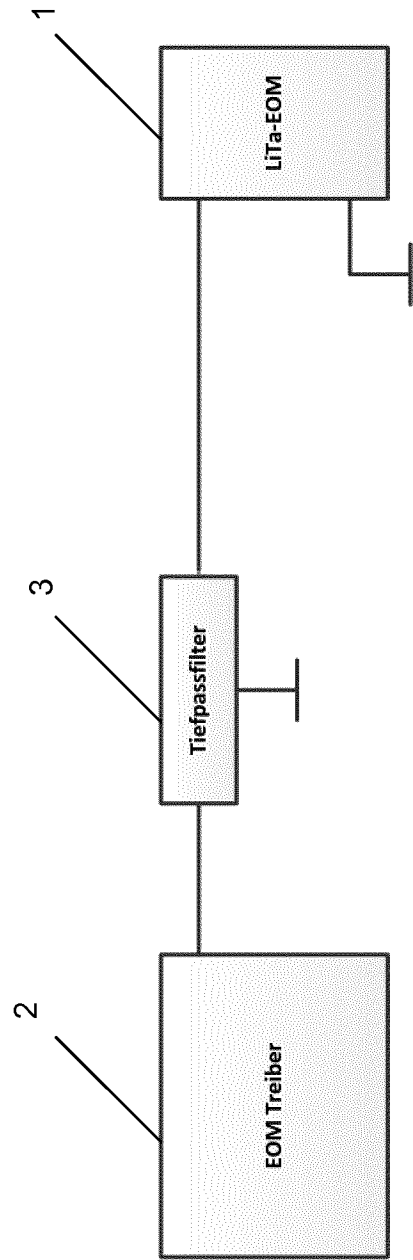
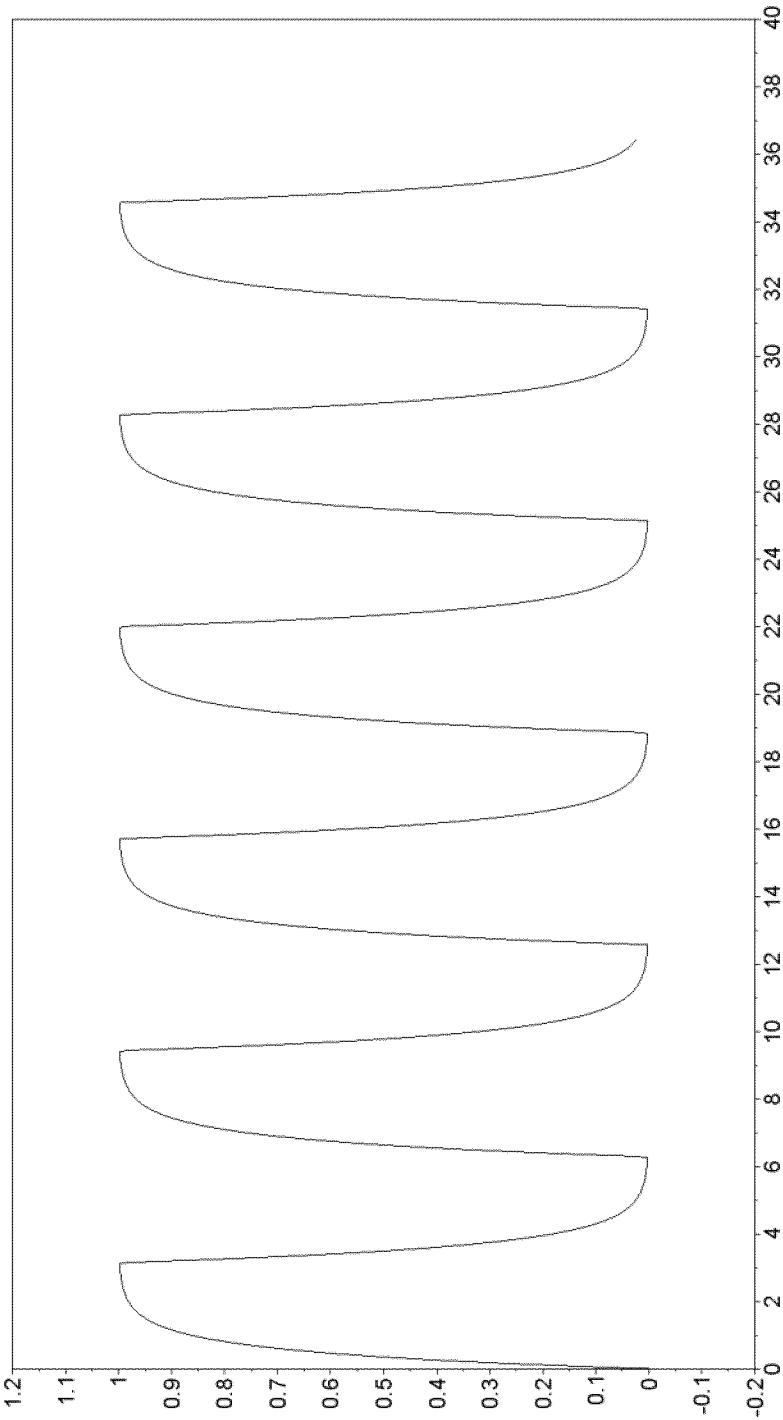


FIG. 3



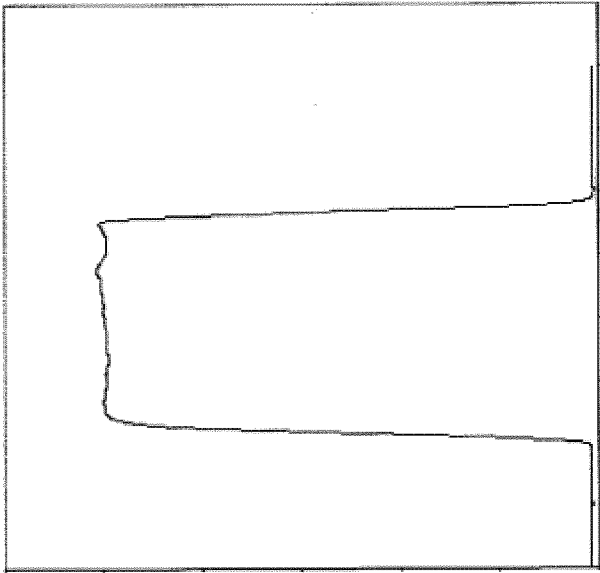
EOM-Treiber-Anordnung mit Tiefpassfilter

FIG. 4



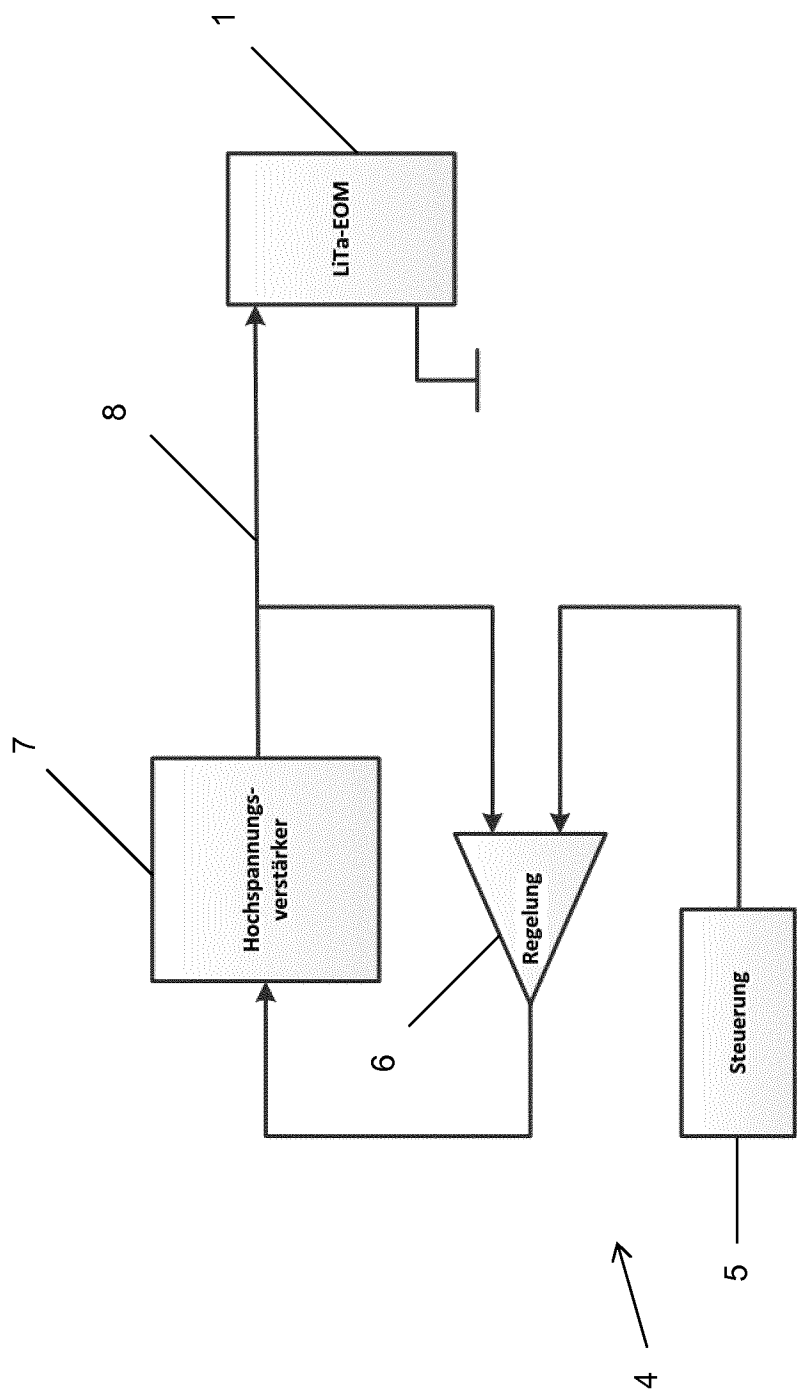
Spannungsverlauf am LiTa-EOM mit Tiefpassfilter

FIG. 5



Verlauf der optischen Transmission am Filter

FIG. 6



erweiterter EOM-Treiber zur Erzeugung beliebiger Kurvenformen

FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/051694

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02F1/01 G02F1/03 G02B21/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02F G02B

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, COMPENDEX, INSPEC, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 135 471 A (PLESSEY CO PLC) 30 August 1984 (1984-08-30)	1-4,6, 8-10
Y	page 1, left-hand column, line 22 - right-hand column, line 93	5,7,11, 12
Y	----- US 2007/024548 A1 (LEIGH STAN E [US] ET AL) 1 February 2007 (2007-02-01)	5,7,11, 12
A	paragraphs [0021] - [0031], [0039] - [0041]; figures 5-7 ----- -/--	1-4,6, 8-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 May 2015

Date of mailing of the international search report

20/05/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stang, Ingo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/051694

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	AMUNDSEN P C ET AL: "LOW-LOSS LINBO3 Q SWITCHES: COMPENSATION OF ACOUSTICALLY-INDUCED REFRACTIVE INDEX VARIATIONS", IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, vol. QE-23, no. 12, 1 December 1987 (1987-12-01), pages 2252-2257, XP000705850, ISSN: 0018-9197, DOI: 10.1109/JQE.1987.1073292 page 2252, paragraph 1 page 2252, left-hand column, paragraph 3 - right-hand column, paragraph 3 page 2256, right-hand column, paragraph 4; figure 2 -----	1,5,8
A	US 5 221 988 A (JUHASZ TIBOR [US]) 22 June 1993 (1993-06-22) column 2, line 7 - line 43 column 3, line 23 - column 4, line 11; figure 1 -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/051694

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2135471	A	30-08-1984	NONE	
US 2007024548	A1	01-02-2007	NONE	
US 5221988	A	22-06-1993	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/051694

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G02F1/01 G02F1/03 G02B21/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G02F G02B

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, COMPENDEX, INSPEC, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 135 471 A (PLESSEY CO PLC) 30. August 1984 (1984-08-30)	1-4,6, 8-10
Y	Seite 1, linke Spalte, Zeile 22 - rechte Spalte, Zeile 93	5,7,11, 12
Y	----- US 2007/024548 A1 (LEIGH STAN E [US] ET AL) 1. Februar 2007 (2007-02-01)	5,7,11, 12
A	Absätze [0021] - [0031], [0039] - [0041]; Abbildungen 5-7 ----- -/-	1-4,6, 8-10



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 er-
scheinen 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

7. Mai 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/05/2015

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

Stang, Ingo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	AMUNDSEN P C ET AL: "LOW-LOSS LINBO3 Q SWITCHES: COMPENSATION OF ACOUSTICALLY-INDUCED REFRACTIVE INDEX VARIATIONS", IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, Bd. QE-23, Nr. 12, 1. Dezember 1987 (1987-12-01), Seiten 2252-2257, XP000705850, ISSN: 0018-9197, DOI: 10.1109/JQE.1987.1073292 Seite 2252, Absatz 1 Seite 2252, linke Spalte, Absatz 3 - rechte Spalte, Absatz 3 Seite 2256, rechte Spalte, Absatz 4; Abbildung 2 -----	1,5,8
A	US 5 221 988 A (JUHASZ TIBOR [US]) 22. Juni 1993 (1993-06-22) Spalte 2, Zeile 7 - Zeile 43 Spalte 3, Zeile 23 - Spalte 4, Zeile 11; Abbildung 1 -----	1,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/051694

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2135471	A	30-08-1984	KEINE
US 2007024548	A1	01-02-2007	KEINE
US 5221988	A	22-06-1993	KEINE