



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
04.09.2024 Patentblatt 2024/36
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
B63B 21/66 (2006.01) B63G 8/42 (2006.01)
B63G 8/00 (2006.01)
- (21)

Anmeldenummer: 24158755.9
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B63B 21/66; B63G 8/001; B63G 8/18; B63G 8/42;
B63B 2035/006; B63G 2008/002; B63G 2008/007
- (22)

Anmeldetag: 21.02.2024

(84) Benannte Vertragsstaaten: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Benannte Erstreckungsstaaten: BA Benannte Validierungsstaaten: GE KH MA MD TN (30) Priorität: 01.03.2023 DE 102023105058 (71) Anmelder: thyssenkrupp Marine Systems GmbH 24143 Kiel (DE)	thyssenkrupp AG 45143 Essen (DE) (72) Erfinder: Hauschildt, Peter 24111 Kiel (DE) (74) Vertreter: thyssenkrupp Intellectual Property GmbH ThyssenKrupp Allee 1 45143 Essen (DE)
---	--

(54)

INSPEKTION KRITISCHER UNTERWASSERINFRASTRUKTUR

- (57)

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Überwachung von Unterwasserstrukturen 10 bestehend aus einem Überwasserfahrzeug 20 und einem Unterwasserfahrzeug 30, wobei das System ein unbemanntes System ist, wobei das Überwasserfahrzeug 20 eine Energieerzeugungsvorrichtung 40 aufweist, wobei das Unterwasserfahrzeug 30 wenigstens eine erste Beobachtungsvorrichtung 50 aufweist, wobei das Überwasserfahrzeug 20 und das Unterwasserfahrzeug 30 durch ein Verbindungselement 60 miteinander verbunden sind, wobei das Verbindungselement 60 eine Energieversorgungsleitung zur Versorgung des Unterwasserfahrzeugs 30 durch das Überwasserfahrzeug 20 aufweist, wobei das Verbindungselement 60 eine Datenleitung zur Datenübertragung vom Unterwasserfahrzeug 30 zum Überwasserfahrzeug 20 aufweist, wobei das Unterwasserfahrzeug 30 wenigstens eine erste Steuervorrichtung 70 aufweist.

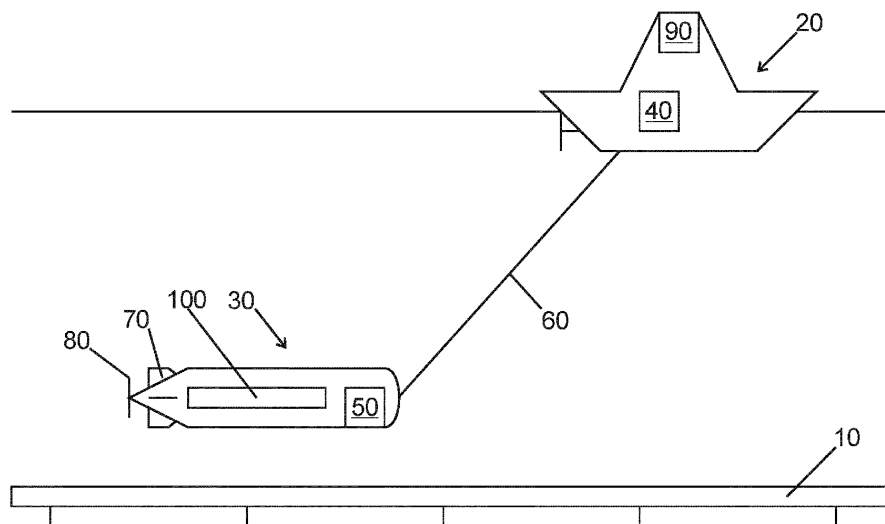


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein System zur insbesondere autonomen Inspektion einer Unterwasserstruktur, beispielsweise einer Pipeline oder eines Unterwasserkabels.

[0002] Die Ereignisse des Jahres 2022 haben die Verwundbarkeit insbesondere von Unterwasserinfrastruktur, beispielsweise einer Gaspipeline, gezeigt. Daher hat sich die Notwendigkeit gezeigt, solche Unterwasserstrukturen überwachen zu können. Hierbei sind jedoch einige Herausforderungen zu beachten. Zum einen ist die Sichtweite unter Wasser, beispielsweise und insbesondere in der Ostsee zur Algenblüte sehr eingeschränkt und kann 1 m leicht unterschreiten. Eine visuelle Inspektion ist somit nur aus der Nähe möglich. Dieses erschwert auch die Navigation unter Wasser. Dieses unterscheidet sich somit von der Überwachung einer an Land befindlichen vergleichbaren Infrastruktur, welche zumeist in einfacher Weise aus der Luft auch aus größerer Entfernung leicht zu beobachten ist.

[0003] Eine weitere Herausforderung ist, dass unter Wasser eine satellitengestützte Geopositionsbestimmung nicht möglich ist. Zusätzlich führen Strömungen im Wasser zu einem schweren zu bemerkenden Versatz, sodass die Navigation unter Wasser schwieriger ist.

[0004] Als weitere Herausforderung kommt die Energieversorgung dazu. Während in der Luft der Widerstand vergleichsweise, gering ist, ist der Widerstand unter Wasser deutlich größer. Daher ist auch der Energiebedarf für den Antrieb höher. Hinzu kommt, dass beispielsweise ein einfacher Verbrennungsmotor aufgrund der fehlenden Umgebungsluft nicht funktioniert. Somit bleibt für ein Unterwasserfahrzeug primär die Batterie als Energiequelle, was wiederum Reichweite und Geschwindigkeit begrenzt.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind viele verschiedene Verfahren und Systeme bekannt, angefangen von autonomen Inspektions-Unterwasserfahrzeugen (langsam, geringer Reichweite), Schiffe mit Schleppsonar (fehlende visuelle Kontrolle, Personalbedarf), Schiffe mit ferngesteuerten Unterwasserfahrzeugen (langsam, Personalbedarf) und dergleichen.

[0006] Aus der EP 4 122 812 A1 ist ein tauchfähiges Fahrzeug bekannt.

[0007] Aus der US 2020/0241162 A1 ist eine Unterwasserstrukturdetektionsvorrichtung, ein Unterwasserstrukturdetektionssystem und ein Unterwasserstrukturdetektionsverfahren bekannt.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, ein System zu schaffen, welches große Unterwasserstrukturen, beispielsweise Pipelines effizient zu überwachen in der Lage ist, also auch große Entfernungen mittels einer insbesondere visuellen Kontrolle zu überprüfen und so Bedrohungen entdecken zu können.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe durch das System mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch das Verfahren mit den in Anspruch 6 angegebenen

Merkmale. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie der Zeichnung.

[0010] Das erfindungsgemäße System zur Überwachung von Unterwasserstrukturen besteht aus einem Überwasserfahrzeug und einem Unterwasserfahrzeug. Hierbei kann das Unterwasserfahrzeug bevorzugt auch von dem Überwasserfahrzeug aufnehmbar und absetzbar sein. Das System ist ein unbemanntes System. Das bedeutet, dass sowohl das Unterwasserfahrzeug als auch das Überwasserfahrzeug unbemannt sind. Dadurch wird eine Überwachung in effizienter Weise möglich, zumal die Standzeit auf See somit nicht durch Personen limitiert wird. Das System kann dabei sowohl autonom als auch ferngesteuert arbeiten und gegebenenfalls für den Sonderbetrieb auch über eine manuelle Steuerung verfügen. Auch gewünschte Betriebsweisen sind möglich, beispielsweise eine autonome Überwachung, bis ein Verdachtsobjekt gefunden wird. In diesem Fall wird dann von einer autonomen Überwachung beispielsweise auf eine ferngesteuerte Überwachung umgestellt. Ein solcher gemischter Betrieb ist besonders bevorzugt, wenn das System Effektoren aufweist. Zu dem gemischten Betrieb kann beispielsweise eine manuelle Anfahrt zu Unterwasserstruktur und Abfahrt von der Unterwasserstruktur hinzukommen, wenn ein manueller Steuerstand vorhanden ist. Für diese Sonderfahrten ist dann eine Person an Bord, diese hat jedoch nur eine vergleichsweise kurze Aufenthaltszeit. Das Überwasserfahrzeug weist eine Energieerzeugungsvorrichtung auf. Als Energieerzeugungsvorrichtung wird eine Vorrichtung zur Bereitstellung von Energie in nutzbarer Form verstanden, also beispielsweise ein Dieselgenerator, welcher elektrische Energie (durch die Verbrennung eines Kraftstoffes und somit aus chemischer Energie) erzeugt. Neben elektrischer Energie kann aber auch beispielsweise auch Energie über ein Hydrauliksystem bereitgestellt werden. Bevorzugt ist jedoch die Erzeugung von elektrischer Energie, beispielsweise durch einen Verbrennungsprozess oder elektrochemische Prozesse. Das Unterwasserfahrzeug weist wenigstens eine erste Beobachtungsvorrichtung auf. Als Beobachtungsvorrichtung im Sinne der Erfindung eignet sich jede Vorrichtung, welche eine Beobachtung / Überwachung unter Wasser erlaubt. Beispielsweise kann eine Beobachtungsvorrichtung eine Kamera, insbesondere eine Kamera im sichtbaren Bereich des Lichts, sein. Hierdurch ist eine visuelle Überwachung möglich, was insbesondere auch für die Identifizierung verdächtiger Objekte an oder in der Nähe der Unterwasserstruktur sinnvoll ist. Eine Beobachtungsvorrichtung kann aber auch beispielsweise schallbasierend sein, also beispielsweise ein Sonarsystem. Dieses hat den Vorteil, dass dieses auch bei sehr eingeschränkten Sichtverhältnissen unter Wasser eine größere Reichweite der Beobachtung erlaubt. Es kann aber auch jede andere geeignete Beobachtungstechnik entsprechend verwendet werden. Das Überwasserfahrzeug und das Unterwasserfahrzeug sind

durch ein Verbindungselement miteinander verbunden. Hierbei weist das Verbindungselement eine Energieversorgungsleitung zur Versorgung des Unterwasserfahrzeugs durch das Überwasserfahrzeug auf. Das Unterwasserfahrzeug benötigt damit keine eigene Energieerzeugungsvorrichtung und kann auch auf einen Energiespeicher, beispielsweise einen Akkumulator verzichten, beziehungsweise ein Energiespeicher kann entsprechend klein ausfallen. Dieses wiederum bedeutet, dass die Limitation hinsichtlich beispielsweise Reichweite und Geschwindigkeit bei weitem nicht so restriktiv ist. Das Verbindungselement weist weiter eine Datenleitung zur Datenübertragung vom Unterwasserfahrzeug zum Überwasserfahrzeug auf. Die Datenleitung kann hierbei auch bidirektional verwendet werden. Weiter weist das Unterwasserfahrzeug wenigstens eine erste Steuervorrichtung auf. Eine Steuervorrichtung im Sinne der Erfindung ist jede Vorrichtung zu verstehen, welche eine gezielte Bewegung des Unterwasserfahrzeugs ermöglicht. Beispielsweise kann ein Ruder eine entsprechende Steuervorrichtung sein.

[0011] Hierbei kann das Ruder ein festes Ruder aber auch ein Strahlruder sein. Wesentlich ist, dass das Unterwasserfahrzeug alleine mit Hilfe der Steuervorrichtung die Bewegungsrichtung beeinflussen kann.

[0012] Durch das Gesamtsystem aus einem Überwasserfahrzeug mit einer Energieerzeugungsvorrichtung und einem steuerbaren Unterwasserfahrzeug für eine genaue Überwachung, welches unbemannt ist, ist somit die Möglichkeit gegeben auch, große Unterwasserstrukturen, wie insbesondere Pipelines oder Unterwasserkabel zu überwachen, da sowohl Geschwindigkeit als auch Energievorrat hier weniger kritisch sind. Damit wird es möglich, eine Überwachung im sinnvollen Rahmen zu ermöglichen und nicht nur eine punktuelle Überprüfung auf Wartungsbedarf oder dergleichen. Damit unterscheidet sich das erfindungsgemäße System beispielsweise von Vorrichtungen zur Inspektion, beispielsweise der Unterwasserstruktur einer Bohrinselform (keine große Ausdehnung entlang der Erdoberfläche, lokal begrenzt) oder einer Erkundung des Meeresbodens auf Bodenschätze (großflächig, aber ohne ausreichende Auflösung für eine Überwachung einer kritischen Infrastruktur).

[0013] Erfindungsgemäß ist das Verbindungselement ein Zugkabel. Das Unterwasserfahrzeug wird somit über das Verbindungselement gezogen, benötigt somit keinen Primärtrieb. Es kann dennoch einen Steuerantrieb aufweisen, welcher als Steuerkorrektiv dient, vorzugsweise ist das Unterwasserfahrzeug aber antriebslos. Weiter ist die erste Steuervorrichtung des Unterwasserfahrzeugs ein Ruder. Ein nur gezogenes, ruderloses Unterwasserfahrzeug könnte beispielsweise einer Pipeline praktisch nicht folgen. Macht diese einen Knick, so ist das Überwasserfahrzeug bereits aufgrund des durch das Verbindungselement entstehenden Versatzes von der Pipeline entfernt und wird damit das Unterwasserfahrzeug von der Pipeline entfernen. Nur wenn das Unterwasserfahrzeug mittels eines Ruders seine Richtung

selbsttätig und von der direkten Zugrichtung des Verbindungselements abweichend verändern kann, kann das Unterwasserfahrzeug der Pipeline folgen. Dieses ist aber notwendig, da die Sichtweiten unter Wasser erheblich geringer als an der Luft sind und insbesondere bei einer Trübung des Wassers sehr kurz sein können. Daher kann es erforderlich sein, dass eine Überwachung nur aus sehr geringer Distanz möglich ist. Auch kann es erforderlich sein eine geringe Distanz zu wahren, um bei der Inspektion auch Details erkennen zu können.

[0014] Hierbei kann das Ruder bevorzugt sowohl zur horizontalen als auch zur vertikalen Steuerung verwendet werden. Es kann sich somit beispielsweise um ein Kreuz- oder um ein X-Ruder handeln. Dieses ermöglicht nicht nur der gezielten Folge beispielsweise einer Pipeline bei einem Knick, sondern auch der Anpassung bei einer Höhenveränderung des Untergrunds.

[0015] Diese Kombination hat noch einen weiteren Vorteil. Während das Unterwasserfahrzeug somit kleine Kurskorrekturen zur Steuerung durchführen kann, erfolgt die Steuerung des Überwasserfahrzeug entlang der durch das Unterwasserfahrzeug erfassten Unterwasserstruktur. Somit erfasst das Unterwasserfahrzeug die Unterwasserstruktur und somit Richtungsänderungen der Unterwasserstruktur. Dann kann zunächst das Unterwasserfahrzeug kurzfristig durch die erste Steuervorrichtung eine Kurskorrektur vornehmen, um der Unterwasserstruktur weiter zu folgen. Gleichzeitig wird dieses an das Überwasserfahrzeug übermittelt, welches seinen Kurs ebenfalls zum Folgen der Unterwasserstruktur anpassen kann und so eine längerfristige Verfolgung der Unterwasserstruktur ermöglicht. Somit ergibt sich aus der Kombination eines geschleppten Unterwasserfahrzeugs, welches zu begrenzten Richtungsänderungen fähig ist, mit einem schleppenden Überwasserfahrzeug ein System, welches besonders geeignet zur Inspektion von Unterwasserstrukturen geeignet ist. Somit ist das Unterwasserfahrzeug semi-aktiv, kann sich also nur im begrenzten Umfang dem Kurs der Unterwasserstruktur folgen, ist dafür aber in der Lage, den Kurs des Überwasserfahrzeugs direkt oder indirekt zu beeinflussen.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Unterwasserfahrzeug zur Steuerung des Überwasserfahrzeugs ausgebildet. Damit kann das geschleppte Unterwasserfahrzeug direkt sicherstellen, dass es der Unterwasserstruktur folgen kann.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform weist das Überwasserfahrzeug ein längenvARIABLES Zugkabel auf und eine Erfassungsvorrichtung zur Erfassung der Länge des längenvARIABLEN Zugkabels. Es kann dabei vorgesehen sein, dass die Geschwindigkeit des Überwasserfahrzeugs in Abhängigkeit der Länge des längenvARIABLEN Zugkabels gesteuert wird. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Geschwindigkeit bei Überschreiten einer vorgegebenen Länge reduziert wird. Durch die Verringerung der Geschwindigkeit des Überwasserfahrzeugs sinkt das geschleppte Unterwasserfahrzeug ab und kann mittels des längenvARIABLEN Zug-

kabels an das Überwasserfahrzeug herangezogen werden. Dadurch kann erreicht werden, dass die Maximallänge des längenvariablen Zugkabels nicht ausgeschöpft wird und immer eine Restlänge für die Kompensation von Kursänderungen oder Abtriebsströmung verbleibt. Somit kann eine Verfolgung der Unterwasserstruktur auch bei unvorhergesehenen Ereignissen ermöglicht werden.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das Verbindungselement längenveränderbar. Macht beispielsweise die Unterwasserstruktur einen Knick, so kann das Überwasserfahrzeug, das durch den Schleppvorgang dem Unterwasserfahrzeug vorausfährt, der Richtungsänderung nicht unmittelbar folgen. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn das Verbindungselement verlängert wird und so das Unterwasserfahrzeug der Unterwasserstruktur besser folgen kann. Ist das Überwasserfahrzeug dann wieder in Position, also insbesondere über der Unterwasserstruktur, kann das Verbindungselement wieder verkürzt werden.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Zugkabel am Unterwasserfahrzeug zwei Endstücke auf, wobei die Länge der beiden Endstücke veränderbar ist. Damit kann das Unterwasserfahrzeug, wie beispielsweise ein Lenkdrachen, durch die Veränderung der Länge der Endstücke und damit der Stellung des Unterwasserfahrzeugs relativ zur gezogenen Richtung verändert werden. Hierzu weist das Unterwasserfahrzeug selber eine geeignete Form auf oder weist beispielsweise feststehende Finnen auf.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Unterwasserfahrzeug sowohl feststehende Elemente, zum Beispiel Finnen, und veränderliche Elemente, beispielsweise Ruder, auf. Die feststehenden Elemente können beispielsweise dazu dienen, eine Drehung des Unterwasserfahrzeugs um die eigene Achse zu verhindern.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Unterwasserfahrzeug eine Antriebseinrichtung auf. Die Antriebseinrichtung wird über das Verbindungselement durch die Energieerzeugungsvorrichtung mit Energie versorgt. Die Antriebseinrichtung dient der Kurskorrektur des Unterwasserfahrzeugs und kann somit eine bessere relative Positionierung zur Unterwasserstruktur ermöglichen. Das Verbindungselement dient auch zur Daten- und Energieübertragung. Die Antriebseinrichtung ermöglicht es somit, den Kurs des Unterwasserfahrzeugs an die Unterwasserstruktur anzupassen, der hauptsächlich Vortrieb wird über das Verbindungselement und damit letztendlich durch das Überwasserfahrzeug erzeugt. Daher kann es sich bei der Antriebseinrichtung beispielsweise um ein Querstrahlruder handeln.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Unterwasserfahrzeug wenigstens eine Tauchzelle auf. Eine Tauchzelle dient dazu, den Auftrieb und damit die Tauchtiefe einzustellen. Damit ist es leichter möglich, einer Unterwasserstruktur auch bei einer Hö-

henveränderung des Untergrunds zu folgen und die Tiefe sicher zu halten.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Überwasserfahrzeug eine Fernkommunikationsvorrichtung auf. Die Fernkommunikationsvorrichtung dient dazu, beispielsweise gefundene Verdachtsobjekte zu übermitteln und an einem anderen Ort, beispielsweise einer Einsatzzentrale, zu identifizieren. Ebenso kann mittels der Fernkommunikationsvorrichtung beispielsweise situationsabhängig oder dauerhaft, eine Fernbedienung erfolgen. Insbesondere kann die Fernbedienung zum Einsatz von Effektoren erfolgen. Die Fernkommunikationsvorrichtung kann beispielsweise auf Funk- und/oder Satellitenkommunikation basieren. Bevorzugt weist die Fernkommunikationsvorrichtung wenigstens zwei unterschiedliche Kommunikationskanäle auf, wobei der jeweils der Kommunikationskanal mit der höheren Bandbreite ausgewählt wird.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die erste Beobachtungsvorrichtung eine Kamera. Bevorzugt weist das Unterwasserfahrzeug zusätzlich eine Beleuchtungseinrichtung auf, wobei die Strahlrichtung der Beleuchtungseinrichtung bevorzugt auf den Erfassungsbereich der Kamera ausgerichtet ist.

[0025] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Unterwasserfahrzeug eine zweite Beobachtungsvorrichtung auf. Die zweite Beobachtungsvorrichtung ist ein Sonar. Beispielsweise kann es sich um ein Side-Scan-Sonar oder ein Fächerecholot handeln.

[0026] Dieses ist insbesondere in Gewässern mit sehr kurzer Sichtweite, beispielsweise der Ostsee, vorteilhaft. Dadurch kann mit dem Sonar der weitere Verlauf der Unterwasserstruktur, beispielsweise einer Pipeline, verfolgt und das Unterwasserfahrzeug entsprechend gesteuert werden. Die eigentliche Überwachung erfolgt dann beispielsweise mit Hilfe einer Kamera. Natürlich können zusätzlich oder auch ausschließlich die Sonardaten zur Erkennung von potentiellen Anomalien verwendet werden, beispielsweise, um an der Unterwasserstruktur unberechtigt arbeitende Taucher zu erkennen.

[0027] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Überwasserfahrzeug ein Sonar auf. Das Sonar des Überwasserfahrzeugs kann ebenfalls zur Routenplanung sowie zur Erkennung von Hindernissen (Untiefen, weiteren Schiffen, Schleppnetzen) genutzt werden.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Überwasserfahrzeug eine Aufnahme/Abgabevorrichtung, beispielsweise eine Winde, für das Verbindungselement auf. Hierdurch kann insbesondere auch eine einfache Tiefenanpassung (bei veränderlicher Tiefe des Gewässers erfolgen, indem mehr Verbindungselement abgegeben wird (in größere Tiefen) oder Verbindungselement wieder aufgenommen wird (in geringere Tiefen). Insbesondere kann die Aufnahme/Abgabevorrichtung, beispielsweise eine Winde, auch dazu ausgebildet sein, das Unterwasserfahrzeug aus dem Wasser und auf das Überwasserfahrzeug zu heben.

[0029] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Überwasserfahrzeug einen Fahrstand zur manuellen Steuerung auf. Hiermit kann entweder in Notfall, in Spezialfällen (zum Beispiel Einfahrt in den Hafen) oder aus rechtlichen Gründen eine manuelle Steuerung ermöglicht werden. Dieses ermöglicht eine manuelle Steuerung in schwieriger Umgebung, zum Beispiel einem Hafen, mit beispielsweise vielen weiteren Verkehrsteilnehmern, wo eine Automatisierung (derzeit) noch fehleranfällig ist. Gleichzeitig ist ein ferngesteuerter oder autonomer Betrieb dann im Bereich der Unterwasserstruktur möglich.

[0030] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Unterwasserfahrzeug einen Positionsgeber auf. Der Positionsgeber dient dazu, dass das Überwasserfahrzeug die Position des Unterwasserfahrzeugs, beispielsweise mittels Sonar, bestimmen kann.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Unterwasserfahrzeug einen Kreiselkompass auf. Mit dem Kreiselkompass kann das Unterwasserfahrzeug bei Unterwasserfahrt seine Position ermitteln und diese an das Überwasserfahrzeug übertragen.

[0032] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Überwachung einer Unterwasserstruktur mittels eines unbemannten Systems aus einem Überwasserfahrzeug und einem Unterwasserfahrzeug. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Überwachung unterscheidet sich von herkömmlichen Verfahren zur Inspektion. Eine Inspektion ist üblicherweise sehr gründlich und wenig zeitkritisch. Daher ist es nicht nötig, große Strukturen in kurzer Zeit zu erfassen. Bei der Überwachung kommt es vielmehr darauf an, große Strukturen schnell zu erfassen und dabei üblicherweise nicht die Struktur selber zu untersuchen (beispielsweise auf Rissbildung, wie bei einer Inspektion), sondern vielmehr auf unberechtigt hinzugefügte Objekte (Abhörvorrichtungen, Sprengladungen, illegale Entnahmeverrichtungen und dergleichen). Ansatzpunkt der Überwachung ist somit ein ganz anderer als der bei der Inspektion. Das bedeutet aber auch, dass eine Überwachung in einem sehr kurzen Zeitraum erfolgen muss, damit das Zeitfenster zwischen zwei Beobachtungen des gleichen Ortes einer Unterwasserstruktur nicht so lang wird, dass eine wirksame Überwachung nicht mehr möglich ist. Ebenso unterscheidet sich die Überwachung damit auch grundlegend von der Erkundung. Bei der Erkundung eines Gebietes, beispielsweise auf Rohstoffe im Meeresboden, ist eine exakte Auflösung nicht notwendig. Selbst bei der Suche nach Schiffs- oder Flugzeugwracks ist zunächst bei der Erkundung eben nur eine sehr begrenzte Auflösung nötig, zudem ist vorbekannt, was bei der Erkundung gesucht wird, was ebenfalls ein Unterschied zur Überwachung ist. Das Überwasserfahrzeug versorgt das Unterwasserfahrzeug über ein Verbindungselement mit Energie. Somit kann die Energieerzeugung an Bord des Überwasserschiffs und damit in Kontakt zur Luft, also insbesondere mittels eines Verbrennungsprozesses erfolgen. Die Unterwasserstruktur wird durch das Unterwasser-

fahrzeug erfasst. Insbesondere wird auch die unmittelbare Umgebung erfasst, um beispielsweise in unmittelbarer Nähe angeordnete Sprengladungen zu erkennen. Aus den erfassten Daten des Unterwasserfahrzeugs wird die Route für das Überwasserfahrzeug entlang der Unterwasserstruktur ermittelt.

[0033] Auch kann vorgesehen sein, dass das Unterwasserfahrzeug automatisch charakteristische Markierungen oder Eigenschaften der Unterwasserstruktur erkennt und die Position der Markierung einer geographischen Position zuordnet. Mit Hilfe dieser automatischen Erkennung kann entweder das System die eigene Position kalibrieren oder die erkannte Markierung mit der eigenen Position und einer Sollposition vergleichen und so Abweichungen oder Veränderungen in der Position der Unterwasserstruktur feststellen.

[0034] Erfindungsgemäß wird das Unterwasserfahrzeug vom Überwasserfahrzeug mittels des Verbindungselements geschleppt. Somit übernimmt das Überwasserfahrzeug die Hauptantriebsleistung. Das Unterwasserfahrzeug nimmt mittels der wenigstens einen ersten Steuervorrichtung seitliche Bewegungen. Weiter verändert das Unterwasserfahrzeug die Tauchtiefe mit Hilfe eines Ruders und/oder einer Schubdüse, Alternativ oder zusätzlich kann auch die wenigstens eine Tauchzelle zur Veränderung der Tauchtiefe verwendet werden. Somit kann das geschleppte Unterwasserfahrzeug der Unterwasserstruktur folgen, wodurch eine größere Bewegungsfreiheit für das Überwasserfahrzeug ermöglicht wird, was wiederum eine insgesamt höhere Geschwindigkeit ermöglicht.

[0035] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Länge des Verbindungselements verlängert, wenn die Unterwasserstruktur nicht entlang der Fahrtrichtung des Überwasserfahrzeugs verläuft. Dieses ist insbesondere der Fall, wenn beispielsweise eine Biegung in der Unterwasserstruktur detektiert wird. Hierdurch wird es für das Unterwasserfahrzeug leichter, der neuen Richtung der Unterwasserstruktur zu folgen.

[0036] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung steuert das Unterwasserfahrzeug das Überwasserfahrzeug. Damit kann das Unterwasserfahrzeug, welches die Laufrichtung der Unterwasserstruktur detektiert, das Überwasserfahrzeug an eine Richtungsänderung anpassen. Da das Unterwasserfahrzeug geschleppt wird, ist dieses von der Fahrtrichtung des Überwasserfahrzeugs abhängig.

[0037] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird das Unterwasserfahrzeug zunächst an Bord des Überwasserfahrzeugs zum Startpunkt verbracht und am Startpunkt vom Überwasserfahrzeug abgesetzt. Gerade über das Verbindungselement ist gerade das Wiederaufnehmen erleichtert. Gleichzeitig kann dadurch eine sehr schnelle und einfache Anfahrt erfolgen. Hierdurch wird auch möglich, mehrere in einem Seegebiet benachbarte Unterwasserstrukturen zu überwachen und zwischen diesen in einfacher und schneller Weise zu wechseln.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung fährt das Überwasserfahrzeug zunächst ohne ausgesetztes Unterwasserfahrzeug ab und erfasst dabei den Verlauf der Unterwasserstruktur. Dieses erste Abfahren kann auch beispielsweise mit menschlicher Unterstützung erfolgen und zum Antrainieren eines automatischen Kurses für die eigentliche Kontrolle dienen. Gleichzeitig werden vorzugsweise der Tiefenverlauf der Unterwasserstruktur und insbesondere auch benachbarte Untiefen oder andere Objekte erfasst, in denen sich das Verbindungselement verfangen könnte und diese ebenfalls in die Routenplanung und -optimierung eingebunden.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sendet das Überwasserfahrzeug eine Nachricht, sofern eine Anomalie erkannt wird.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Inspektion optisch mittels einer Kamera als erste Beobachtungsvorrichtung. Das Unterwasserfahrzeug erfasst zusätzlich mittels eines Sonars als zweite Beobachtungsvorrichtung den weiteren Verlauf der Unterwasserstruktur. Hierdurch kann zum einen eine bessere Verfolgung der Unterwasserstruktur erfolgen, zum anderen können dadurch bereits mögliche Verdachtsbereiche identifiziert werden, die optisch genauer untersucht werden können.

[0041] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird als Unterwasserstruktur eine Pipeline oder ein Unterwasserkabel ausgewählt. Gerade für diese lange und gleichzeitig kritische Infrastruktur hat sich die Notwendigkeit der Überwachung zum Schutz im Jahr 2022 deutlich gezeigt. Gleichzeitig kann diese Infrastruktur aufgrund der extremen räumlichen Ausdehnung mit konventionellen Inspektionsverfahren und -geräten nicht effizient überwacht werden.

[0042] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Verlauf der Unterwasserstruktur bekannt. Hierdurch folgt das Überwasserfahrzeug dem bekannten Verlauf, sodass das Unterwasserfahrzeug nur noch Abweichungen vom bekannten Verlauf beziehungsweise Sichtbehinderungen durch eine relative Positionierung korrigieren muss.

[0043] Nachfolgend ist das erfindungsgemäße System anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Fig. 1 Schematische Darstellung des Systems

[0044] In Fig. 1 ist ein beispielhaftes erfindungsgemäßes System schematisch (nicht maßstabsgerecht) dargestellt. Als beispielhafte Unterwasserstruktur 10 ist hier eine Pipeline gezeigt. Üblicherweise wird diese auf dem Meeresbodenaufliegen oder teilweise darin einsinken. Zur Verdeutlichung ist die Pipeline hier auf (nicht üblichen) Ständern gezeigt. Das System zur Überwachung von Unterwasserstrukturen 10 besteht aus einem Unterwasserfahrzeug 30, welches über ein Verbindungselement 60 von einem Überwasserfahrzeug 20 geschleppt

wird. Das Überwasserfahrzeug 20 weist zum einen eine Energieerzeugungsvorrichtung 40, beispielsweise einen Dieselgenerator auf. Über das Verbindungselement 60 wird auch das Unterwasserfahrzeug 30 von der Energieerzeugungsvorrichtung 40 mit Energie versorgt. Weiter weist das Überwasserfahrzeug 20 eine Fernkommunikationsvorrichtung 90. Über diese kann eine Kommunikation, beispielsweise über Satellit oder Funk zu einer Einsatzzentrale erzeugt oder aufrechterhalten werden. Das System kann somit autonom oder ferngesteuert betrieben werden. Das Unterwasserfahrzeug 30 weist eine erste Beobachtungsvorrichtung 50, eine Kamera, zur optischen Überwachung der Unterwasserstruktur 10 auf. Weiter weist das Unterwasserfahrzeug 30 eine zweite Beobachtungsvorrichtung 100, ein Side-Scan-Sonar, auf. Um die Position des Unterwasserfahrzeugs 30 relativ zur Unterwasserstruktur 10 einfach einstellen und halten zu können, weist das Unterwasserfahrzeug 30 eine Steuervorrichtung 70, hier ein Kreuzruder, und eine Antriebseinrichtung 80 auf.

Bezugszeichen

[0045]

10	Unterwasserstruktur
20	Überwasserfahrzeug
30	Unterwasserfahrzeug
40	Energieerzeugungsvorrichtung
50	erste Beobachtungsvorrichtung
60	Verbindungselement
70	Steuervorrichtung
80	Antriebseinrichtung
90	Fernkommunikationsvorrichtung
100	zweite Beobachtungsvorrichtung

Patentansprüche

1. System zur Überwachung von Unterwasserstrukturen (10) bestehend aus einem Überwasserfahrzeug (20) und einem Unterwasserfahrzeug (30), wobei das System ein unbemanntes System ist, wobei das Überwasserfahrzeug (20) eine Energieerzeugungsvorrichtung (40) aufweist, wobei das Unterwasserfahrzeug (30) wenigstens eine erste Beobachtungsvorrichtung (50) aufweist, wobei das Überwasserfahrzeug (20) und das Unterwasserfahrzeug (30) durch ein Verbindungselement (60) miteinander verbunden sind, wobei das Verbindungselement (60) eine Energieversorgungsleitung zur Versorgung des Unterwasserfahrzeugs (30) durch das Überwasserfahrzeug (20) aufweist, wobei das Verbindungselement (60) eine Datenleitung zur Datenübertragung vom Unterwasserfahrzeug (30) zum Überwasserfahrzeug (20) aufweist, wobei das Unterwasserfahrzeug (30) wenigstens eine erste Steuervorrichtung (70) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das

Verbindungselement (60) ein Zugkabel ist und dass die erste Steuervorrichtung (70) ein Ruder ist.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterwasserfahrzeug (30) eine Antriebseinrichtung (80) aufweist, wobei die Antriebseinrichtung (80) über das Verbindungselement (60) durch die Energieerzeugungsvorrichtung (40) mit Energie versorgt wird. 5
3. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Überwasserfahrzeug (20) eine Fernkommunikationsvorrichtung (90) aufweist. 10
4. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Beobachtungsvorrichtung (50) eine Kamera ist. 15
5. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterwasserfahrzeug (30) eine zweite Beobachtungsvorrichtung (100) aufweist, wobei die zweite Beobachtungsvorrichtung (100) ein Sonar ist. 20
6. Verfahren zur Überwachung einer Unterwasserstruktur (10) mittels einem unbemannten System aus einem Überwasserfahrzeug (20) und einem Unterwasserfahrzeug (30), wobei das Überwasserfahrzeug (20) das Unterwasserfahrzeug (30) über ein Verbindungselement (60) mit Energie versorgt, wobei die Unterwasserstruktur (10) durch das Unterwasserfahrzeug (30) erfasst wird, wobei aus den erfassten Daten des Unterwasserfahrzeugs (30) die Route entlang der Unterwasserstruktur (10) ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterwasserfahrzeug (30) vom Überwasserfahrzeug (20) mittels des Verbindungselements (60) geschleppt wird, wobei das Unterwasserfahrzeug (30) mittels der wenigstens einen ersten Steuervorrichtung (70) seitliche Bewegungen vorzunehmen und die Tauchtiefe mit Hilfe eines Ruders und/oder einer Schubdüse zu verändern. 25
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterwasserfahrzeug (30) zunächst an Bord des Überwasserfahrzeugs (20) zum Startpunkt verbracht wird und am Startpunkt vom Überwasserfahrzeug (20) abgesetzt wird. 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Inspektion optisch mittels einer Kamera als erste Beobachtungsvorrichtung (50) erfolgt, wobei das Unterwasserfahrzeug (30) zusätzlich mittels eines Sonars als zweite Beobachtungsvorrichtung (100) den weiteren Verlauf der Unterwasserstruktur (10) erfasst. 35

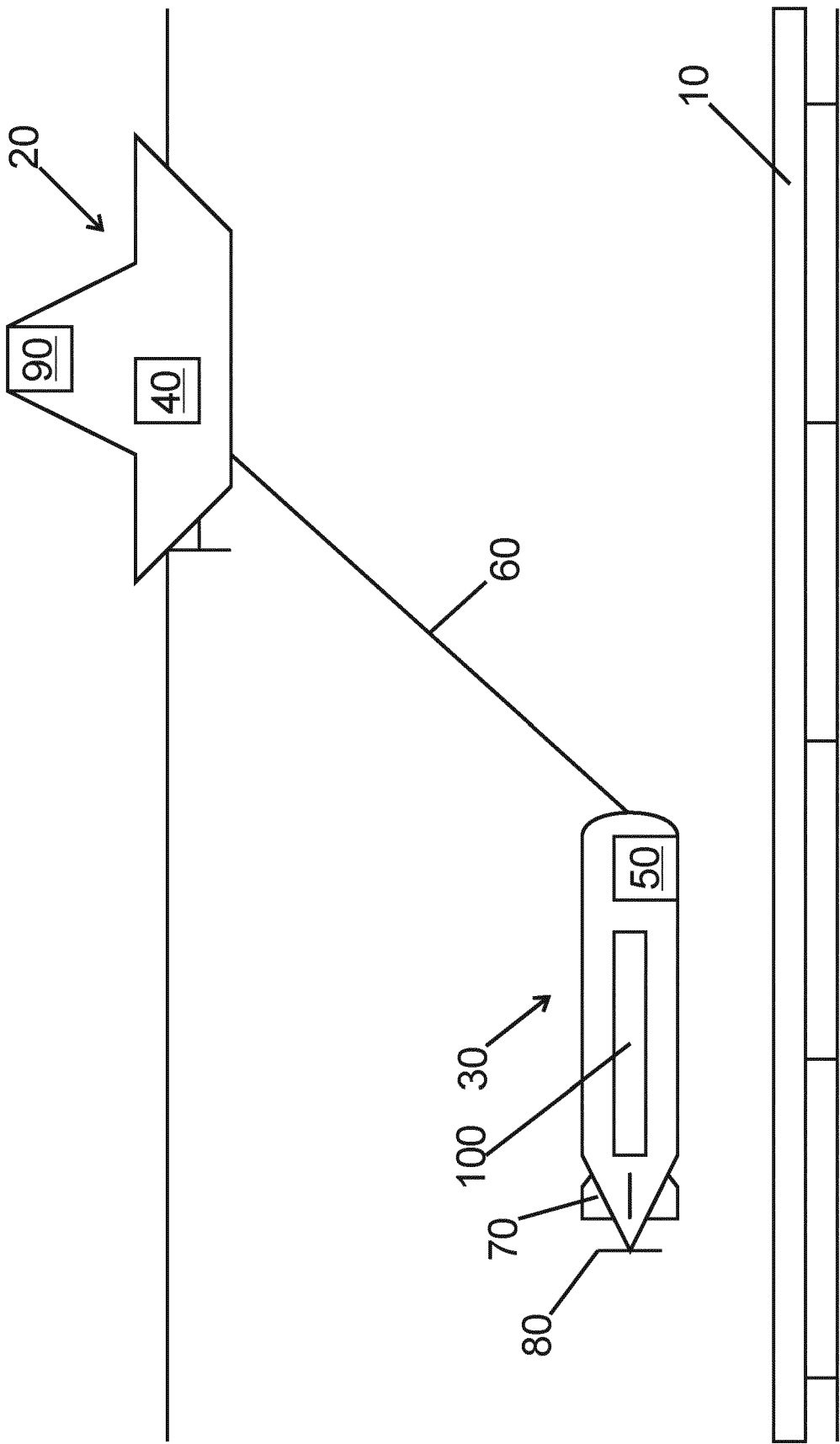


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 15 8755

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 9 669 912 B2 (ATLAS ELEKTRONIK GMBH [DE]) 6. Juni 2017 (2017-06-06) * Spalte 1, Zeilen 22-23 * * Spalte 2, Zeilen 22-23 * * Abbildungen *	1-8	INV. B63B21/66 B63G8/42 B63G8/00
X	US 10 065 715 B2 (FANG LI [US]) 4. September 2018 (2018-09-04) * Spalte 3, Zeilen 34-36 * * Spalte 4, Zeilen 45-51 und 62-66 * * Abbildungen *	1-8	
X	US 6 474 255 B2 (NOVA MARINE EXPLORATION INC [US]) 5. November 2002 (2002-11-05) * Spalte 6, Zeile 55 - Spalte 7 * * Abbildungen *	1-8	
A	US 4 421 049 A (CHOLET JACQUES [FR]) 20. Dezember 1983 (1983-12-20) * Spalte 1, Zeilen 21-27 * * Abbildungen *	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B63B B63G
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. Juli 2024	Prüfer Gardel, Antony
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 15 8755

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-07-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	US 9669912	B2	06-06-2017	AU	2013242589 A1	16-10-2014
				CA	2866295 A1	03-10-2013
				DE	102012006565 A1	02-10-2013
15				DE	112013001824 A5	11-12-2014
				DK	2830934 T3	14-06-2018
				EP	2830934 A1	04-02-2015
				GB	2506817 A	09-04-2014
				GB	2510990 A	20-08-2014
20				NO	2945856 T3	21-07-2018
				PT	2830934 T	06-06-2018
	US 10065715	B2	04-09-2018	US	2015046014 A1	12-02-2015
				WO	2013143528 A1	03-10-2013

25				CN	109476365 A	15-03-2019
				EP	3497010 A1	19-06-2019
				US	2018043978 A1	15-02-2018
				WO	2018031063 A1	15-02-2018

30				AT	E314252 T1	15-01-2006
				AU	6223800 A	05-02-2001
	US 6474255	B2	05-11-2002	CA	2379938 A1	25-01-2001
				EP	1208036 A1	29-05-2002
				JP	2003504276 A	04-02-2003
				US	6276294 B1	21-08-2001
35				US	2001045183 A1	29-11-2001
				WO	0105651 A1	25-01-2001

				AU	523144 B2	15-07-1982
40				BE	868989 A	15-01-1979
				CA	1114682 A	22-12-1981
	US 4421049	A	20-12-1983	DE	2831472 A1	01-02-1979
				DK	316778 A	19-01-1979
				ES	471820 A1	01-02-1979
				FR	2397974 A1	16-02-1979
				GB	2001021 A	24-01-1979
45				IT	1097015 B	26-08-1985
				JP	S5422700 A	20-02-1979
				JP	S6157235 B2	05-12-1986
				NL	7807639 A	22-01-1979
				NO	148024 B	18-04-1983
50				SE	441516 B	14-10-1985
				SU	1028242 A3	07-07-1983
				US	4421049 A	20-12-1983

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 4122812 A1 [0006]
- US 20200241162 A1 [0007]