

(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  
05. November 2020 (05.11.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2020/221761 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:  
C12M 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/061787

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. April 2020 (28.04.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2019 110 989.2  
29. April 2019 (29.04.2019) DE

(71) Anmelder: RHENAC GREENTEC AG [DE/DE]; Reiserstrasse 1, 53773 Hennef (DE).

(72) Erfinder: THEISEN, Horst; Estermannstrasse 25, 53117 Bonn (DE).

(74) Anwalt: FRITZSCHE, Thomas; Naupliastr. 110, 81545 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,

NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

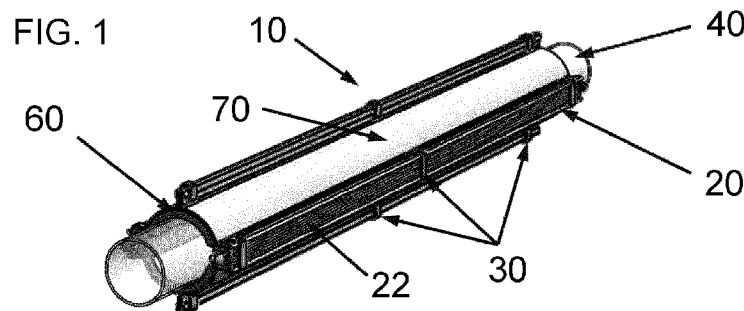
— hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: LIGHT AND TEMPERATURE DEVICE FOR OPTIMIZING THE PRODUCTION OF BIOMASS IN BIOREACTORS

(54) Bezeichnung: LICHT- UND TEMPERATURVORRICHTUNG ZUR OPTIMIERUNG DER PRODUKTION VON BIOMASSE IN BIOREAKTOREN



(57) Abstract: The invention relates to a light and temperature device for increasing and optimizing the production of biomass in bioreactors, said device comprising an LED light arrangement with LED light arrays and cooling fins facing away from the LED light arrays. The light and temperature device further comprises at least one fastening means for removably fastening the light arrangement to a transparent incubation vessel, the LED light arrangement being oriented in relation to the incubation vessel such that light radiation emitted by the LED light arrangement is directed towards the incubation vessel.

(57) Zusammenfassung: Licht- und Temperaturvorrichtung zur Erhöhung und Optimierung der Produktion von Biomasse in Bioreaktoren, wobei diese eine LED-Lichtanordnung mit LED-Lichtarrays und Kühlrippen, welche von den LED-Lichtarrays wegzeigen, aufweist. Weiter umfasst die Licht- und Temperaturvorrichtung mindestens ein Befestigungsmittel zur wiederlösbaren Anbringung der Lichtanordnung an einen lichtdurchlässigen Inkubationsbehälter, wobei die LED-Lichtanordnung derart zum Inkubationsbehälter ausgerichtet ist, dass eine von der LED-Lichtanordnung ausgehende Lichtstrahlung zum Inkubationsbehälter gerichtet ist.



WO 2020/221761 A1

## Licht- und Temperaturvorrichtung zur Optimierung der Produktion von Biomasse in Bioreaktoren

5

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Licht- und Temperaturvorrichtung zur Erhöhung und Optimierung der Produktion von Biomasse in Bioreaktoren. Insbesondere betrifft die  
10 Erfindung die Bereitstellung einer Licht- und Temperaturmanschette für die Produktion von Mikroorganismen wie z.B. Mikroalgen in Photobioreaktoren. In solchen Photobioreaktoren werden mit Licht, CO<sub>2</sub>, Nährstoffen sowie Wasser und Salzen vorwiegend Mikroorganismen vermehrt und/oder kultiviert. Diese Mikroorganismen bzw.  
15 deren Bestandteile dienen hauptsächlich zur Gewinnung von Ölen, Kraftstoffen, Nahrungsmitteln, Nahrungsmittelzusatzstoffen, Enzymen und Proteinen, pharmakologischen Wirkstoffen, chemischen Produkten, Kunststoffen, oder werden in Aquakulturen, in Tierfutter, der Umwelttechnik und für Kosmetik und Pflege genutzt.

Ein Bioreaktor ist eine Anlage zur Produktion von Mikroorganismen außerhalb ihrer  
20 natürlichen und innerhalb einer künstlichen technischen Umgebung. Die Vorsilbe „Photo“ beschreibt die Eigenschaft des Bioreaktors zur Kultivierung von Phototrophen, das heißt Licht zur eigenen Energiegewinnung nutzenden Organismen zu dienen. Diese Organismen nutzen den Prozess der Photosynthese, um aus Licht und CO<sub>2</sub> ihre eigene Biomasse aufzubauen. Zu diesen Organismen zählen Pflanzen, Moose, Makroalgen,  
25 Mikroalgen, Cyanobakterien und Purpurbakterien. Das Kernziel eines Photobioreaktors ist die kontrollierte Bereitstellung eines Lebensraums, der für den jeweiligen Organismus die optimalen Lebensbedingungen bietet. Damit ermöglicht ein Photobioreaktor deutlich höhere Wachstumsraten und Reinheiten, als es in einer natürlichen oder naturähnlichen Umgebung der Fall wäre.

30

Photobioreaktoren sind also Systeme zur Kultivierung von hauptsächlich verschiedenen eukaryotischen Lebewesen, die im Wasser leben und Photosynthese betreiben, wie beispielsweise Mikroalgen. Solche Systeme sind aus dem Stand der Technik bekannt. Ein weit verbreitetes System zur Kultivierung von Mikroorganismen ist beispielsweise  
35 ein Röhrenumlaufsystem, bestehend aus Röhren, die durch Richtungsänderungen in wiederholenden Schleifen eine quasi Endlosschleife bilden. In diesen Röhren werden

angezüchtete Mikroorganismen mittels Pumpsystemen in Umlauf und in Bewegung gehalten. In dem geschlossenen Kreislauf wachsen die Mikroorganismen – durch Zuführung von Kohlenstoffdioxid und Nährstoffen, die in das System eingetragen werden – heran.

5

Ebenfalls benötigen die heranwachsenden phototrophen Mikroorganismen hierzu Licht, um Photosynthese betreiben und wachsen zu können. Das Licht ist hierbei ein entscheidender Faktor für die optimale Produktivität der gesamten phototrophen Mikroorganismen bzw. des gesamten Systems. Üblicherweise wird, um den Faktor Licht ganzjährig auf der erforderlichen Lichtintensität zu halten, zusätzlich mit Ergänzungslicht gearbeitet. Dazu werden um das gesamte Röhrensystem oder oberhalb dieses Systems Lichtquellen wie Natriumdampflampen, Halogenmetaldampflampen als Zusatzbelichtung angebracht. Durch diese Zusatzbelichtung werden die Röhren-Photobioreaktoren jedoch zusätzlich erwärmt, was sich als ungünstig für die phototrophe Mikroorganismenkulturentwicklung erwiesen hat, die Mikroalgen-Kulturen neigen dabei zum anheften an den sich erwärmenden Glasröhren-Oberflächen.

10

15

Ein weiterer Nachteil eines solchen Systems ist der, dass das Licht nur in Teilen die Röhren erreicht, da sich die Röhren gegenseitig verschatten. Dieser Effekt steigt noch an, wenn sich die phototrophen Mikroorganismenkulturen in der Umlauf-Kulturflüssigkeit vermehren und die Flüssigkeit zunehmend durch den höheren Chlorophyllanteil grün wird. Tritt dieser Effekt ein, erreichen nur noch wenige Lichtstrahlen das Innere der Röhren, hierdurch sinkt der effektive Strahlungsanteil, der an der Photosynthese teilnehmen kann und somit auch letztendlich die Ausbeute an verwertbaren Stoffen in der Biomasse.

20

25

Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, die Nachteile der zuvor beschriebenen Photobioreaktoren, insbesondere der der Röhren- Photobioreaktoren, zu überwinden. Hierbei soll die Kulturbedingung für das Wachstum von phototrophen Mikroorganismen oder anderen Biomasseproduzenten verbessert werden, insbesondere durch die Optimierung der Lichtverfügbarkeit innerhalb eines solchen Photobioreaktoren.

30

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Temperaturbedingungen möglichst optimal für die phototrophen Mikroorganismen einzustellen.

35

Die Aufgaben werden durch eine erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung zur Optimierung der Produktion von Biomasse in Bioreaktoren gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen und bevorzugte Ausführungen angegeben.

5

Erfindungsgemäß wird eine Licht- und Temperaturvorrichtung zur Optimierung der Produktion von Biomasse in Bioreaktoren, insbesondere von Photobioreaktoren, zur Verfügung gestellt, wobei die Vorrichtung hierbei eine LED-Lichtanordnung mit LED-Lichtarrays und Kühlrippen sowie mindestens ein Befestigungsmittel zur wiederlösba-

10 Anbringung der Lichtanordnung an einen lichtdurchlässigen Inkubationsbehälter umfasst. Die LED-Lichtanordnung ist dabei zum Inkubationsbehälter derart angeordnet, dass eine von der LED-Lichtanordnung ausgehende Lichtstrahlung zum Inkubationsbehälter gerichtet ist. Die Kühlrippen der Lichtanordnung sind dabei so angeordnet, dass sie von den LED-Lichtarrays wegzeigen. Vorteilhafterweise wird dabei

15 der Abstand, welcher zwischen Lichtanordnung und Inkubationsbehälter vorhanden sein kann, so gering wie bautechnisch möglich gehalten. Dies hat den Vorteil, dass die Lichtstrahlung nahezu ohne Verluste in den Inkubationsbehälter eingebracht wird. Dadurch wird eine Verschattung durch andere benachbarte Inkubationsbehälter vermieden und es kann eine optimale Lichtabgabe an die jeweils einzelnen

20 Inkubationsbehälter eines zusammengesetzten Photobioreaktors erzielt werden. Durch die kontrollierten Temperaturbedingungen, welche durch die erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung zur Verfügung stehen, können auch die Inkubationssysteme z.B. Röhrensysteme, von Glas auf Kunststoff umgestellt werden, da durch die gleichbleibende Temperatur die Ausdehnung der (Röhren-)Systeme kontrolliert werden

25 kann. Dies senkt zusätzlich die Kosten für die Herstellung der Bioreaktorsysteme. Die erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung lässt eine Steigerung der Bio-Trockenmasse von derzeit rund 10-15 Gramm/Liter umlaufende Flüssigkeit auf rund 25-30 Gramm/Liter erwarten. Durch die Erfindung könnten die (Röhren-)Bioreaktoren mit größeren (Rohr-)Durchmessern ausgelegt werden, wodurch sich die

30 Anlagenproduktivität pro Flächeneinheit deutlich verbessert.

Die Anordnung der Kühlrippen hinter den LED-Lichtarrays, wobei diese von den LED-Lichtarrays wegzeigen, hat den Vorteil, dass hierdurch die Abwärme der LED-Lichtarrays weg vom Inkubationsbehälter abgeführt werden kann. Dies wiederum hat zur

35 Folge, dass sich der Inkubationsbehälter und dadurch die darin befindlichen

Mikroorganismen nicht zusätzlich erwärmt werden und sich für die Mikroorganismen hierdurch ungünstige Kulturbedingungen ergeben.

5 Die wieder lösbare Anbringung der Lichtanordnung durch mindestens eine Klemme hat den Vorteil, dass die erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung einfach, schnell und bedarfsgerecht an die Skalierung eines Photobioreaktorsystems angepasst werden kann.

10 Das mindestens eine Befestigungsmittel der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung kann hierbei auch aus verschiedenen Komponenten aufgebaut sein. Das Befestigungsmittel an sich kann dabei jede Art von Befestigungsmittel darstellen, solange es zur wiederlösbaren Anbringung der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung an einen lichtdurchlässigen Inkubationsbehälter geeignet ist. Gegebenenfalls kann es von Vorteil sein, mehr als ein Befestigungsmittel zu verwenden,  
15 um mehrere LED-Lichtanordnungen an einem lichtdurchlässigen Inkubationsbehälter zu befestigen oder die Stabilität der gesamten Licht- und Temperaturvorrichtung, welche am Inkubationsbehälter befestigt wird, zu erhöhen. Weiter kann das Befestigungsmittel auch dazu dienen, weitere optionale Elemente wie beispielsweise Mess- und/oder Überwachungsgeräte aufzunehmen. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der  
20 erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung ist das Befestigungsmittel eine Klemme.

Im Sinne der Erfindung werden unter Mikroorganismen Pflanzen, Moose, Makroalgen, Cyanobakterien, Purpurbakterien, Plankton und vor allem Mikroalgen verstanden.  
25 Bevorzugt wird die erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung zur Kultivierung von Mikroalgen verwendet und ist dafür ausgelegt.

Im Sinne der Erfindung wird unter einem Bioreaktorsystem oder einem Photobioreaktorsystem ein System verstanden, das aus verschiedenen Komponenten, beispielsweise  
30 aus Rohren, Platten, Folien oder anderen für die Aufzucht von Mikroorganismen geeigneten Bauteilen aufgebaut ist. Zudem umfasst solch ein Photobioreaktorsystem Pumpen, Einlass- und Auslassventile für Nährstoffe, CO<sub>2</sub>, Salze, Wasser etc. sowie Befestigungsmittel zur Aufhängung oder Verbindung der einzelnen Komponenten.

35 Im Sinne der Erfindung wird unter einem Inkubationsbehälter ein Bauteil eines Bioreaktorsystems verstanden, welches hauptsächlich dazu dient, die Mikroorganismen

zu vermehren und/oder zu kultivieren. Ein solcher Inkubationsbehälter kann verschiedene geometrische Formen aufweisen. Besonders vorteilhaft haben sich Röhren, Platten, Folien und/oder Schläuche erwiesen. Bei der Verwendung von phototrophen Mikroorganismen sind diese natürlich aus einem lichtdurchlässigen Material gefertigt, so dass die Mikroorganismen Photosynthese betreiben können.

Vorteilhafterweise haben sich Bioreaktoren in der Bauweise als Röhren-Photobioreaktor, Tannenbaum-Photobioreaktor, Platten-Photobioreaktor oder Folien-Photobioreaktor erwiesen. Die vorliegende erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung lässt sich auf diese sowie auf alle gängigen Photobioreaktoren anwenden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung, ist diese in Form einer Manschette ausgebildet. Das heißt, die Licht- und Temperaturvorrichtung lässt sich um einen Inkubationsbehälter (z.B. Anordnung um die Röhrenlängen herum) herum anordnen oder installieren. Diese als Manschette ausgebildete Licht- und Temperaturvorrichtung, die mit LED-Lichtarrays bestückt ist, sorgt für eine bestmögliche Lichtzuführung für die Mikroorganismenkulturen. Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung weist eine solche Manschette weitere Bauteile wie Verschaltungs- oder Ummantelungsteile auf, um die einzelnen Komponenten der Manschette um einen Inkubationsbehälter z.B. eine Röhre anzuordnen und mittels geeigneter Befestigungsmittel (z.B. einer Klemme) zu fixieren.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung umfasst diese zumindest einen Kanal zum Anschluss von Kühlwasser oder Kühlflüssigkeit. Dabei durchzieht dieser Kanal die LED-Lichtanordnung und kann somit zur aktiven Kühlung der LEDs eingesetzt werden. Dies hat den Vorteil, dass zusätzlich zur passiven Kühlung mittels der Kühlrippen beispielsweise an heißen Tagen oder intensiverer Lichtbestrahlung eine aktive Kühlung betrieben werden kann, und somit ein optimales Temperaturniveau zur Vermehrung der Mikroorganismenkultur geschaffen werden kann. Ebenso kann durch geregelte Kühlmittel-Zirkulation in der LED-Lichtanordnung, ein gewünschter Temperatureintrag in dem Inkubationsbehälter (z.B. Röhrensystem) erzeugt werden, sodass ganzjährig und ortsunabhängig mit dem gleichen Klima kultiviert werden kann. Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Vorrichtung passende Anschlüsse für Zu- und Ableitung von Wasser oder Kühlmittel auf.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung weist diese mindestens eine elektrische Schnittstelle zum Anschluss von Mess- und/oder Überwachungsgeräten auf. Derartige Mess- und/oder Überwachungsgeräte können beispielsweise verschiedene Kameras, wie z.B. CCD-Kameras, Temperaturfühler, Spektrometer, Viskosimeter und Fluoreszenz- und Chlorophyll-Messgeräte, umfassen.

Derartige Mess- und/oder Überwachungsgeräte können dabei zur Messung von Fluoreszenz, Lumineszenz, Strahlung, Fluidität, Viskosität, Farbumschlägen und/oder Chlorophyllgehalt ausgebildet sein.

Der Vorteil der Anbringung solcher Mess- und/oder Überwachungsgeräte an die erfindungsgemäße Licht- und/oder Temperaturvorrichtung besteht darin, dass diese dazu geeignet sind, beispielsweise den optimalen Lichteinsatz, den Erntezeitpunkt der Mikroorganismenkultur und/oder gegebenenfalls mögliche Kontaminationen der Kultur zu bestimmen oder zu erkennen. Ebenfalls kann beispielsweise mit einem Temperaturfühler die aktive Regulierung der Temperatur beispielsweise über Kühlwasser oder Kühlflüssigkeit, welche(s) dann in die Kanäle der LED-Lichtanordnung gepumpt werden kann, geregelt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung weist diese zwischen und/oder seitlich der LED-Lichtanordnung und des Inkubationsbehälters eine Isolierung auf. Die Isolierung ist dabei derart angebracht, dass die Lichteinstrahlung der LED-Lichtanordnung auf den Inkubationsbehälter hiervon nicht beeinflusst ist. Eine solche Isolierung umfasst beispielsweise Gummi, Kunststoff, Polyurethanen (PUR) oder Polyisocyanurat-Hartschaum (PIR).

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung kann auch das Befestigungsmittel eine Isolierung aufweisen oder eine spezielle Isolierung wird mittels eines Befestigungsmittels um den Inkubationsbehälter herum gehalten. Ebenfalls kann auch eine Isolierung den gesamten Inkubationsbehälter - mit Ausnahme der LED-Lichteinheit - gänzlich oder teilweise ummantelt oder abdecken. Die Isolierungsvarianten haben den Vorteil, dass beispielsweise der Inkubationsbehälter vor Beschädigung durch gegebenenfalls metallische oder harte Komponenten der erfindungsgemäßen Licht- und

Temperaturvorrichtung nicht beschädigt oder zerkratzt wird. Ein weiterer Vorteil einer solchen Isolierung, beispielsweise wenn diese aus Gummi oder ähnlichem besteht, liegt darin, dass hierbei auch eine gewisse Rutschfestigkeit erreicht wird, was ein Verdrehen der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung insbesondere der LED-Lichtanordnung gegenüber dem Inkubationsbehälter verhindert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung kann diese eine oder mehrere LED-Lichtanordnungen aufweisen, welche kontinuierlich um eine Längsachse eines Inkubationsbehälters angeordnet sind. Bei einem vorwiegend kreisförmigen Querschnitt des Inkubationsbehälters können diese LED-Lichtanordnungen in Wickelabständen von 1 – 360 Grad um den Inkubationsbehälter angeordnet sein.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung sind die LED-Lichtanordnungen kontinuierlich um die Längsachse eines Inkubationsbehälters in Winkelabständen von 180 Grad oder von 135 Grad oder bevorzugt von 90 Grad angeordnet.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung ist die LED-Lichtanordnung zur Emission eines fixen Lichtspektrums, auch bezeichnet als SMD-Ausführung (surface-mounted devices), oder zur Emission eines veränderbaren Lichtspektrums ausgebildet. Bei einem veränderbaren Lichtspektrum, welches auch als Multichannel-Ausführung bezeichnet wird, erhält jede Lichtfarbe einen separaten Kanal zum Ansteuern von 0 – 100% Lichtoutput. Das Spektrum kann somit dann variabel, bedarfsorientiert gesteuert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung ist diese so konzipiert, dass zwischen der LED-Lichtanordnung bzw. den LED-Lichtarrays und dem Inkubationsbehälter der bautechnisch geringstmögliche Abstand vorliegt. Diese bautechnische Variante hat den Vorteil, dass der Energieeinsatz für die Belichtung der Mikroorganismenkultur hierdurch erheblich reduziert werden kann.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung ist diese zur wiederlösbaren Anbringung an einen röhrenförmigen, zylindrischen, quaderförmigen, prismenförmigen, pentaedrischen, hexaedrischen,



heptaedrischen, oktaedrischen oder sonstig geometrisch gearteten länglichen Inkubationsbehälter ausgebildet.

5 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung ist diese aus Materialien, die für eine passive Kühlung geeignet sind, ausgebildet. Beispielsweise weisen Komponenten der Licht- und Temperaturvorrichtung Abschnitte aus Aluminium oder anderen zur Kühlung geeigneten Metallen oder Materialien auf. Insbesondere sind hierbei die Kühlrippen der LED-Lichtanordnung aus einem solchen Material gefertigt.

10

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von spezifischen Ausführungsformen und Abbildungen näher beschrieben. Es zeigen:

15 FIG. 1 eine schematische dreidimensionale Darstellung der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform im befestigten Zustand um einen Inkubationsbehälter;

FIG. 2 eine schematische Darstellung eines Querschnitts der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung aus FIG. 1;

20

FIG. 3 eine vergrößerte schematische Darstellung der LED-Lichtanordnung, welche am Inkubationsbehälter befestigt vorliegt gemäß dem Ausschnitt X aus FIG. 2.

25 FIG. 4 eine schematische Seitenansicht der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung gemäß FIG. 1;

FIG. 5 eine schematische Darstellung in der Aufsicht auf die erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung gemäß FIG. 1;

30 Nachfolgend wird die Erfindung anhand von bevorzugten beispielhaften Ausführungsformen und dazugehörigen Figuren beschrieben. Es wird angemerkt, dass die Figuren hierbei rein schematisch sind und keinerlei Rückschlüsse auf den exakten Maßstab zulassen. Die Figuren und die dazugehörige Beschreibung dienen lediglich dazu, das Prinzip der Erfindung zu verdeutlichen, jedoch schränken diese die Erfindung in keiner  
35 Weise ein.

In FIG. 1 ist eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung 10 in einer schematischen dreidimensionalen Darstellung abgebildet. Die erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung 10 befindet sich hierbei bereits im montierten Zustand an einem lichtundurchlässigen Inkubationsbehälter 40.

5 Der Inkubationsbehälter 40 ist hierbei ein Plexiglasrohr, welches über Umlenkmodule mit anderen Plexiglasröhren zu einem sogenannten Röhren-Photobioreaktor verbaut werden kann. In diesen speziellen Ausführungsbeispielen weist die erfindungsgemäße Licht- und Temperaturvorrichtung 10 zwei gegenüberliegende LED-Lichtanordnungen 20 auf. Weiter ist in dieser Ausführung die erfindungsgemäße Licht- und

10 Temperaturvorrichtung 10 in Form einer Manschette ausgebildet. Diese wird mittels Ummantelungskomponenten, in diesem Fall Viertelschalen 70, und hierfür vorgesehene Klemmen als Befestigungsmitteln um den Inkubationsbehälter herum ausgebildet.

FIG. 2 zeigt die Ausführungsform aus FIG. 1 in einem schematischen Querschnitt. Zu

15 sehen sind die beiden LED-Lichtanordnungen 20 sowie die Viertelschalen 70. Durch die Viertelschalen 70 wird außerdem ein Isolationsmaterial 60 um den Inkubationsbehälter 40 mittels der Klemmen 30 befestigt.

FIG. 3 zeigt in einen vergrößerten Bereich einen schematischen Querschnitt der LED-

20 Lichtanordnung 20 aus FIG. 2. Hierbei ist die LED-Lichtanordnung 20 zu sehen, welche über Kühlrippen 22 sowie LED-Lichtarrays 21 verfügt. Weiter ist ein Anschluss für Wasser oder Kühlflüssigkeit sichtbar, welcher weiter in einen Kanal 50 mündet, der sich durch die LED-Lichtanordnung 20, in diesem Fall durch das Kühlrippenprofil 22, zieht. Ebenfalls zu sehen ist eine spezielle Klemme 30 zur Halterung des Kühlprofils 22 am

25 Inkubationsbehälter 40.

Die spezielle Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung 10 gemäß FIG. 1 ist in FIG. 5 in der Aufsicht sowie in FIG. 4 in Seitenansicht zu

sehen.

30

Diese in den Figuren 1 - 5 beschriebene spezielle Ausführungsform der erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung 10 ist besonders geeignet für die Konzeption in Röhren-Photobioreaktoren. Als Induktionsbehälter 40 kommen hierfür zum Beispiel Plexiglasröhren infrage. In der speziellen Ausführungsform sind diese Röhren 40 mit der

35 erfindungsgemäßen Licht- und Temperaturvorrichtung 10 versehen, welche die Form einer Manschette bildet. Diese Ausführungsform wird auch als Lichtmanschette

bezeichnet. Die Lichtmanschetten können dabei um die Röhren herum gelegt werden. Wobei diese mittels Viertelschalen 70 und speziellen Klemmen 30 wieder lösbar angebracht werden. Die Lichtmanschetten beinhalten dabei LED-Lichtanordnungen 20, die direkt, einseitig oder wie in diesem Fall zweiseitig um 180 Grad versetzt Licht in die Röhren einkoppeln können. Die Lichtmanschetten sind dabei bevorzugt aus Aluminium oder anderen, für Kühlung geeigneten Materialien gefertigt. Die LED-Lichtanordnungen 20 in diesem Ausführungsbeispiel verfügen über Kühlrippen 22 auf der Außenseite der Lichtanordnung 20, um die entstehende Abwärme der LEDs nach außen abführen zu können. Zudem verfügen die LED-Lichtanordnungen 20 über Kühlkanäle 50 mit Anschlüssen, in die Kühlflüssigkeit oder Wasser eingebracht werden kann. Die Temperatur der Kühlflüssigkeit kann über eine Verbindung zu Kälteanlagen, Wärmetauschern oder ähnlichem geregelt werden. Dies ermöglicht einstellbare und geregelte Temperaturen an den Röhren, was eine positive Wirkung auf die Produktion der Mikroorganismenkultur hat. Die mit LED-Lichtarrays 21 bestückten Lichtanordnungen 20 sorgen für eine bestmögliche Lichtzuführung für die Mikroorganismenkulturen. Die LED-Lichtanordnung 20 kann dabei als SMD-Ausführung mit einem fixen Lichtspektrum oder als Multichannel-Ausführung, wobei jede Lichtfarbe einen separaten Kanal zum Ansteuern von 0 – 100% Lichtoutput erhält, ausgestaltet sein. Ein solches Spektrum kann dann variabel, bedarfsorientiert gesteuert werden. Der Energieeinsatz kann dadurch reduziert werden, dass die LED-Lichtquelle möglichst ohne Abstand an die Röhre herangebracht wird. Weiter kann der Energieeinsatz reduziert werden, wenn das spezielle Lichtspektrum auf die jeweils zu kultivierenden Mikroorganismen abgestellt wird. Mit einer in dieser speziellen Ausführungsform beschriebenen Anordnung gibt es auch keine Eigenverschattung durch die Röhrenanordnung selbst. Die Lichtmanschetten können hierbei in verschiedenen Größen für verschiedene Röhrendurchmesser zum Einsatz kommen. Die LED-Lichtquellen sind perfekt auf das Photosynthespektrum der Mikroorganismenkulturen abstimbar, was beispielsweise unter Zuhilfenahme von verschiedenen Mess- und/oder Überwachungsgeräten realisiert werden kann. Um solche Mess- und/oder Überwachungsgeräte an die Lichtmanschetten anschließen zu können, verfügen diese vorteilhafterweise über mindestens eine elektronische Schnittstelle. So kann beispielsweise mittels einer Mini-Kamera eine Fluoreszenzmessung vorgenommen werden, die dazu genutzt werden kann, den optimalen Lichteinsatz, den Erntezeitpunkt und andere Parameter optimal zu bestimmen. Auch kann mit einem Temperaturfühler beispielsweise die optimale Temperatur für die Mikroorganismenkultur gemessen

werden und bei Bedarf aktiv über die Kühlkanäle der LED-Lichtanordnung angepasst werden.

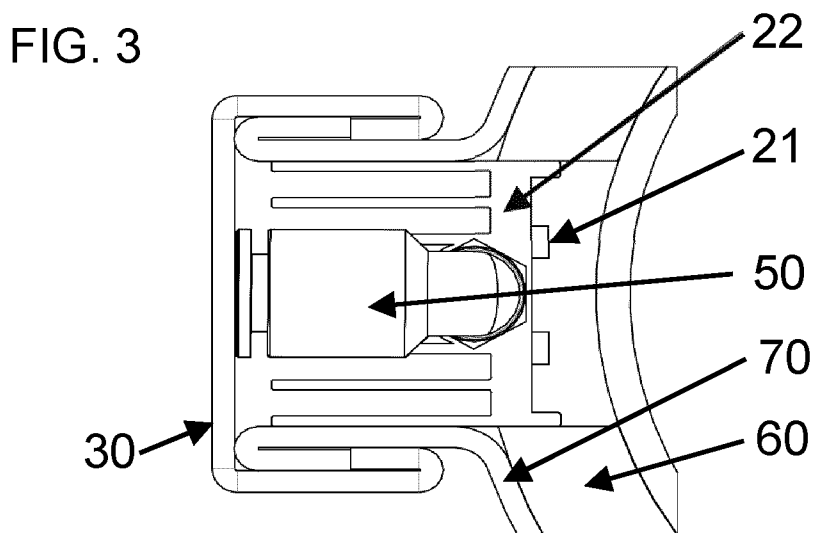
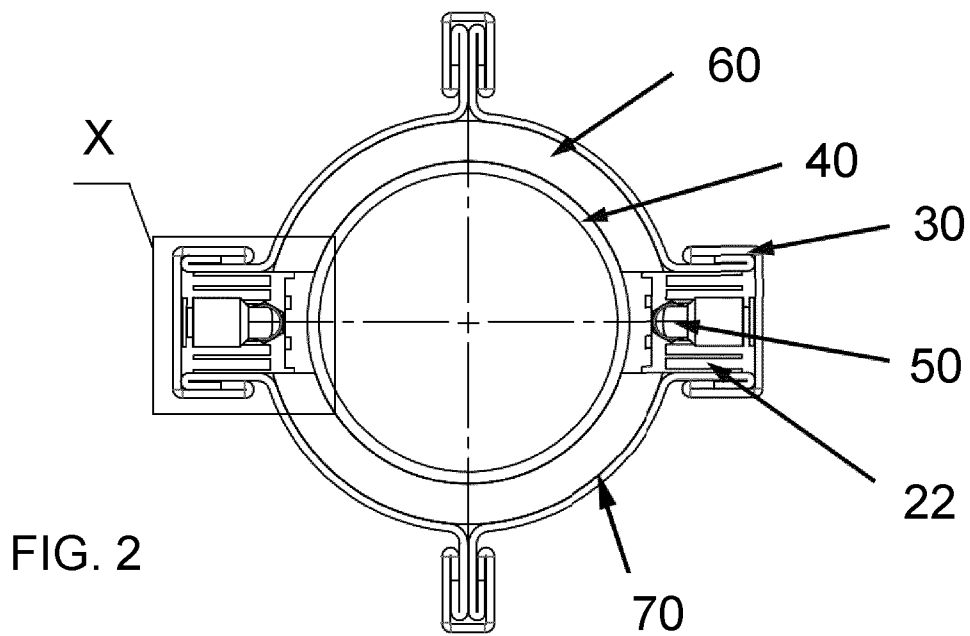
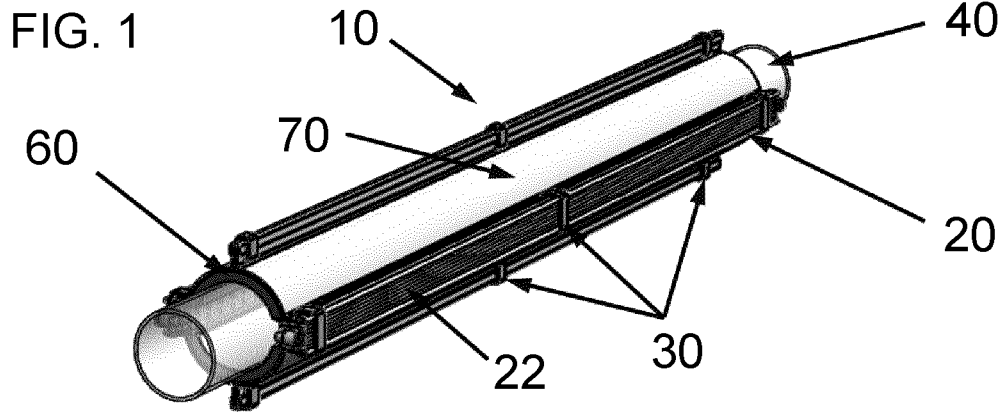
**Bezugszeichenliste**

	10	Licht- und Temperaturvorrichtung
	20	LED-Lichtanordnung
5	21	LED-Lichtarrays
	22	Kühlrippen
	30	Befestigungsmittel
	40	Inkubationsbehälter
	50	Kanal
10	60	Isolierung
	70	Verschalung

## Patentansprüche

1. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) zur Erhöhung und Optimierung der Produktion von Biomasse in Bioreaktoren, umfassend  
5 eine LED-Lichtanordnung (20), wobei diese LED-Lichtarrays (21) und Kühlrippen (22), welche von den LED-Lichtarrays (21) wegzeigen, aufweist; und mindestens ein Befestigungsmittel (30) zur wiederlösbaren Anbringung der Lichtanordnung (20) an einen lichtdurchlässigen Inkubationsbehälter (40), wobei die LED-Lichtanordnung 20 derart zum Inkubationsbehälter (40) ausgerichtet ist,  
10 dass eine von der LED-Lichtanordnung 20 ausgehende Lichtstrahlung zum Inkubationsbehälter (40) gerichtet ist.
2. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Licht- und Temperaturvorrichtung (10) in Form einer Manschette ausgebildet ist, wobei diese eine Verschalung (70) umfasst, die mittels des Befestigungsmittels (30) um den Inkubationsbehälter (40) herum wieder lösbar angeordnet ist.
3. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Licht- und Temperaturvorrichtung (10)  
20 mindestens einen Kanal (50) für Kühlwasser oder Kühlflüssigkeit umfasst, wobei der Kanal (50) in der LED-Lichtanordnung (20) angeordnet ist.
4. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Licht- und Temperaturvorrichtung (10)  
25 mindestens eine elektrische Schnittstelle zum Anschluss von Mess- und/oder Überwachungsgeräten umfasst.
5. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,  
30 dass die Mess- und/oder Überwachungsgeräte Kameras, CCD-Kameras, Temperaturfühler, Spektrometer, Viskosimeter, Fluoreszenz-/Lumineszenz-Messgeräte und/oder Chlorophyll-Messgeräte umfassen, wobei diese zur Messung von Fluoreszenz, Lumineszenz, Strahlung, Fluidität, Farbumschlägen und/oder Chlorophyllgehalt ausgebildet sind.

6. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen und/oder seitlich der LED-Lichtanordnung (20) und des Inkubationsbehälters (40) eine Isolierung (60) derart angebracht ist, dass die Lichteinstrahlung der LED-Lichtanordnung (20) auf den Inkubationsbehälter (40) hiervon nicht beeinflusst ist und/oder dass das Befestigungsmittel (30) eine Isolierung (60) aufweist und/oder dass eine Isolierung (60) den gesamten Inkubationsbehälter (40) - mit Ausnahme der LED-Lichteinheit (20) - ummantelt.
7. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere LED-Lichtanordnungen (20) um eine Längsachse des Inkubationsbehälters (40) in Winkelschritten von 1 Grad bis 360 Grad angeordnet sind, oder dass die LED-Lichtanordnungen (20) um die Längsachse des Inkubationsbehälters (40) in Winkelschritten von 90 Grad oder von 135 Grad oder von 180 Grad angeordnet sind.
8. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Lichtanordnung (20) zur Emission eines fixen Lichtspektrums oder zur Emission eines veränderbaren Lichtspektrums ausgebildet ist, wobei jede Lichtfarbe einen separaten Kanal zum Ansteuern von 0 - 100% Lichtoutput aufweist.
9. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese zur wiederlösbaeren Anbringung an einen röhrenförmigen, zylindrischen, quaderförmigen, prismenförmigen, pentaedrischen, hexaedrischen, heptaedrischen, oktaedrischen oder sonstig gearteten geometrisch Inkubationsbehälter (40) ausgebildet ist.
10. Licht- und Temperaturvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigungsmittel (30) eine Klemme ist.





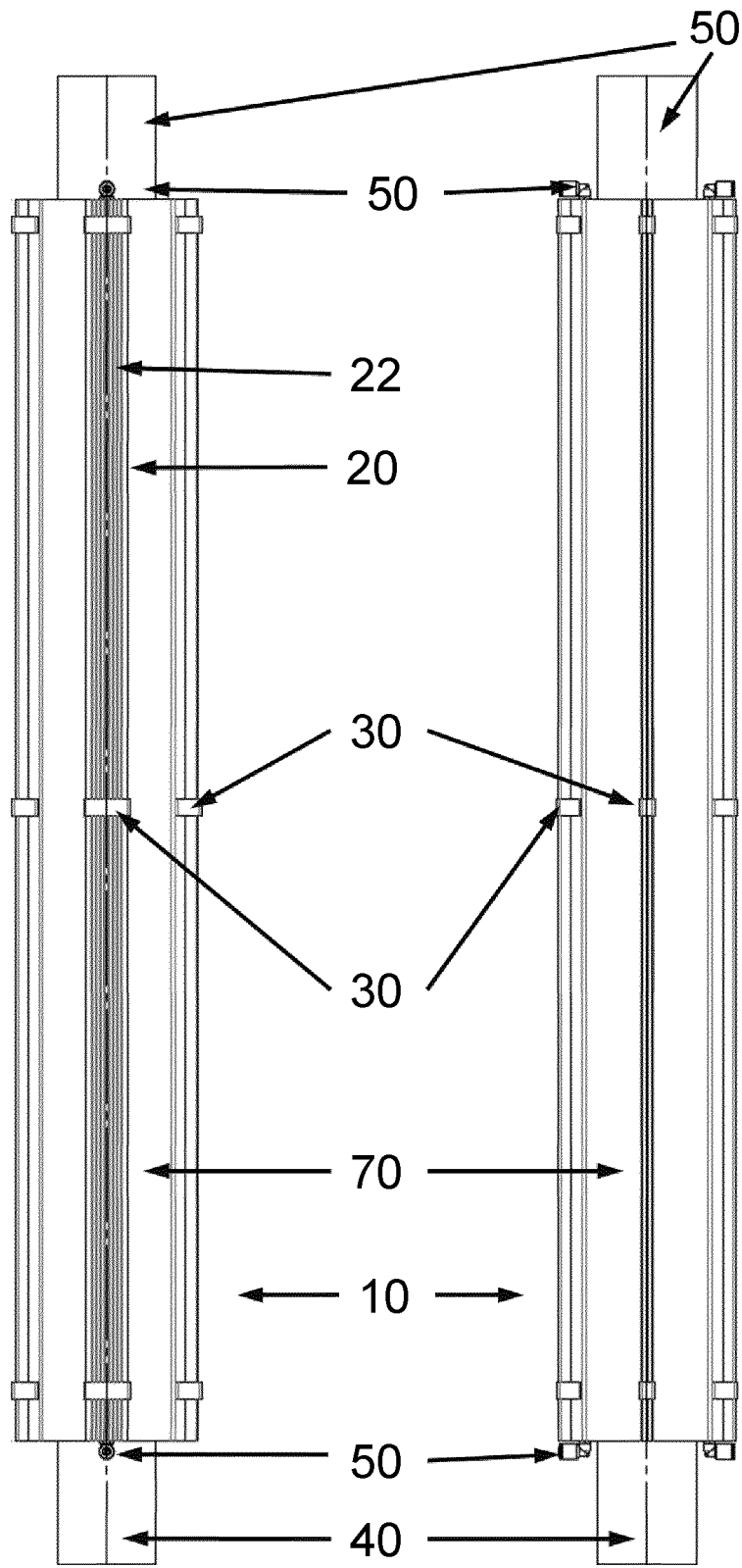


FIG. 4

FIG. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/061787

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>C12M 1/00</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C12M		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005135104 A1 (CRABB THOMAS M [US] ET AL) 23 June 2005 (2005-06-23) paragraph [0028] - paragraph [0030] paragraph [0039] - paragraph [0053] figures 1,6-10	1-10
X	KR 20160081301 A (WELLNESS & CO LTD [KR]; MICRO HIGH TECH [KR]) 08 July 2016 (2016-07-08) paragraph [0018] - paragraph [0022] paragraph [0024] - paragraph [0028] paragraph [0031] - paragraph [0037] figures 1-5	1,7-9
X	JP 2008237067 A (CCS INC) 09 October 2008 (2008-10-09) paragraph [0017] - paragraph [0023] paragraph [0027] - paragraph [0031] figures 1-7	1,2,7-9
A	DE 202006003878 U1 (SARTORIUS GMBH [DE]) 14 June 2006 (2006-06-14) claim 1; figure 1	2
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "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 <b>02 September 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>11 September 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Cubas Alcaraz, Jose</b> Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2020/061787**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102017008769 A1 (SARTORIUS STEDIM BIOTECH GMBH [DE]) 21 March 2019 (2019-03-21) paragraph [0138]	10
.....		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/061787**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2005135104	A1	23 June 2005	US	2005135104	A1	23 June 2005
				US	2007268693	A1	22 November 2007
				US	2009116224	A1	07 May 2009
				US	2009140668	A1	04 June 2009
				US	2009309515	A1	17 December 2009
				US	2011280011	A1	17 November 2011
				US	2013239475	A1	19 September 2013
-----							
KR	20160081301	A	08 July 2016	NONE			
-----							
JP	2008237067	A	09 October 2008	NONE			
-----							
DE	202006003878	U1	14 June 2006	NONE			
-----							
DE	102017008769	A1	21 March 2019	DE	102017008769	A1	21 March 2019
				EP	3684904	A1	29 July 2020
				WO	2019057508	A1	28 March 2019
-----							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C12M1/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C12M		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/135104 A1 (CRABB THOMAS M [US] ET AL) 23. Juni 2005 (2005-06-23) Absatz [0028] - Absatz [0030] Absatz [0039] - Absatz [0053] Abbildungen 1,6-10	1-10
X	----- KR 2016 0081301 A (WELLNESS & CO LTD [KR]; MICRO HIGH TECH [KR]) 8. Juli 2016 (2016-07-08) Absatz [0018] - Absatz [0022] Absatz [0024] - Absatz [0028] Absatz [0031] - Absatz [0037] Abbildungen 1-5 ----- -/--	1,7-9
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
2. September 2020		11/09/2020
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  Cubas Alcaraz, Jose

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2008 237067 A (CCS INC) 9. Oktober 2008 (2008-10-09) Absatz [0017] - Absatz [0023] Absatz [0027] - Absatz [0031] Abbildungen 1-7	1,2,7-9
A	----- DE 20 2006 003878 U1 (SARTORIUS GMBH [DE]) 14. Juni 2006 (2006-06-14) Anspruch 1; Abbildung 1	2
A	----- DE 10 2017 008769 A1 (SARTORIUS STEDIM BIOTECH GMBH [DE]) 21. März 2019 (2019-03-21) Absatz [0138] -----	10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/061787

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005135104 A1	23-06-2005	US 2005135104 A1	23-06-2005
		US 2007268693 A1	22-11-2007
		US 2009116224 A1	07-05-2009
		US 2009140668 A1	04-06-2009
		US 2009309515 A1	17-12-2009
		US 2011280011 A1	17-11-2011
		US 2013239475 A1	19-09-2013
-----			
KR 20160081301 A	08-07-2016	KEINE	
-----			
JP 2008237067 A	09-10-2008	KEINE	
-----			
DE 202006003878 U1	14-06-2006	KEINE	
-----			
DE 102017008769 A1	21-03-2019	DE 102017008769 A1	21-03-2019
		EP 3684904 A1	29-07-2020
		WO 2019057508 A1	28-03-2019
-----			