УКРАЇНА

(19) UA (11) 129675 (13) C2

(51) МПК (2025.01)
F25D 3/10 (2006.01)
F25D 17/06 (2006.01)
F25D 25/00
A01N 1/00
G01N 1/42 (2006.01)
A61D 19/00
B65D 81/18 (2006.01)
G02B 21/28 (2006.01)
A01N 1/142 (2025.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **a 2021 03783**

(22) Дата подання заявки: **02.07.2021**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **03.07.2025**

(41) Публікація відомостей про заявку: **02.02.2022, Бюл.№ 5**

(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **02.07.2025, Бюл.№ 27**

(72) Винахідник(и):
Прокопюк Володимир Юрійович (UA),
Ткаченко Антон Сергійович (UA),
Прокопюк Ольга Степанівна (UA),
Оніщенко Анатолій Ігорович (UA),
Єршов Сергій Сергійович (UA),
Наконечна Оксана Анатоліївна (UA),
Чумаченко Тетяна Олександрівна (UA)

(73) Володілець (володільці):
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
просп. Науки, 4, м. Харків, 61022 (UA)

(74) Представник:
Голданська Анна Вадимівна

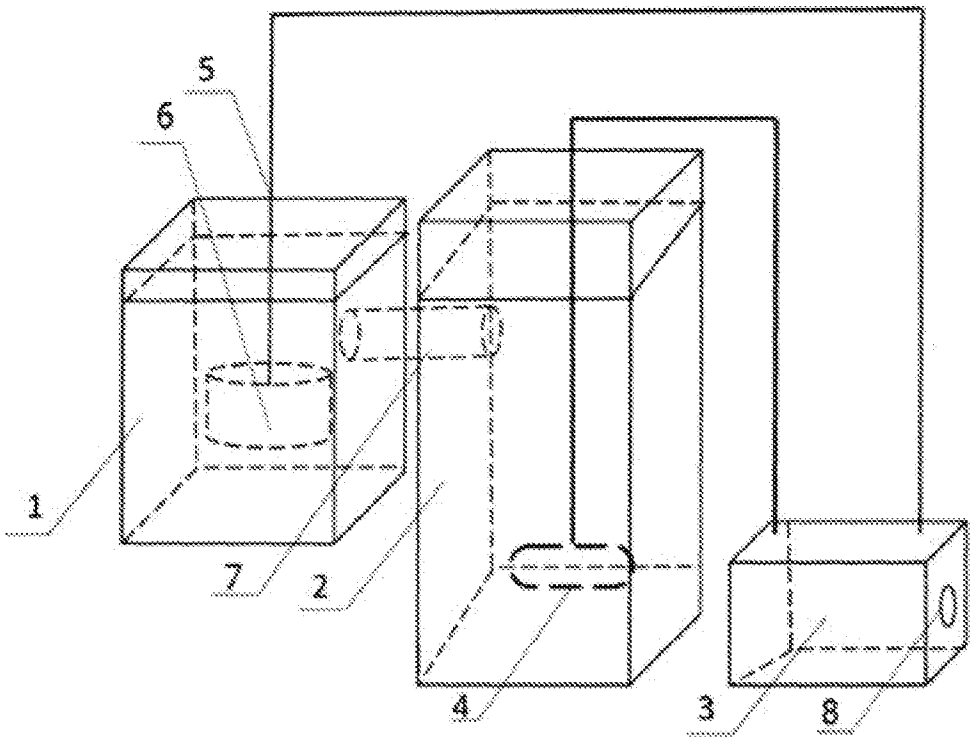
(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
CytoSensei Controlled-Rate Freezer. [Інтернет-публікація], URL: https://web.archive.org/web/20210501000000*/https://strexcell.com/wp-content/uploads/ 2020/09/SB02-0920-CytoSensei- Freezer-Brochure.pdf, опубліковано 03.08.2021
Freeze control, CryoLogic. [Інтернет-публікація], URL: https://web.archive.org/web/20170315000000*/https://www.cryologic.com/cl_8k8i.htm, опубліковано 07.03.2017
SY-LAB Controlled Rate Freezers of the «IceCube». [Інтернет-публікація], URL: https://web.archive.org/web/20210315000000*/https://cryobiology.sylab.com/products/p/list/product/category/icecube-series.html, 06.05.2021
Prokopiuk V. Yu. Simple, easily modifiable 3D printable device for cryomicroscopy / V. Yu. Prokopiuk, L. F. Rozanov, R. A. Safonov et al. Cryobiology. December. 2020. Vol. 97. P. 303 (дата звернення: 30.12.2024)
BREUNIG H. G., KÖNIG K. 12 Cryomultiphoton imaging. Multiphoton Microscopy and Fluorescence Lifetime Imaging: Applications in Biology and Medicine / edited by Karsten König. Boston: De Gruyter, 2018. P. 227-244. URL: https://doi.org/10.1515/9783110429985-014 (дата звернення: 30.12.2024)
CN 102125026 A, 20.07.2011
CN 204377763 U, 10.06.2015
US 4712607 A, 15.12.1987
UA 38921 A, 15.05.2001
SU 1224517 A1, 15.04.1986
UA 13097 U, 15.03.2006
CN 110476955 A, 22.11.2019
SU 1097875 A1, 15.06.1984
SU 1497435 A1, 30.07.1989
SU 1178378 A1, 15.09.1985

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПРОГРАМНОГО ЗАМОРОЖУВАННЯ

(57) Реферат:

UA 129675 C2

Винахід належить до кріогенної техніки, медицини, кріобіології, фізики та хімії низьких температур. Задачу, яку поставлено в основу винаходу, вирішують тим, що у відомому пристрої для програмного замороження, який включає кріокамеру, утримувач кріоконтейнерів з об'єктами, нагрівач, термопару, блок управління, порт підключення до комп'ютера, згідно з винаходом, пристрій складається з оригінальної камери випаровувача рідкого азоту об'ємом 3 л та оригінальної кріокамери об'ємом 1 л, вироблених з пінополістиролу; утримувача кріоконтейнерів, надрукованого на 3D-принтері пластиком PET-G; контролера на базі стандартних мікроконтролерів Arduino; випаровувач з'єднаний з кріокамерою силіконовою трубкою.



Фіг.

Винахід належить до кріогенної техніки, медицини, кріобіології, фізики та хімії низьких температур, і може бути використаний для програмного заморожування об'єктів (клітин, тканин, розчинів тощо) від 20 до - 196 °С.

Відомий пристрій для програмного заморожування CitoSensei, що складається з холодильної камери та блока управління, в якому програмне заморожування здійснюється за рахунок холодильного обладнання [CytoSensei Controlled-Rate Freezer [Internet] Available at: https://strexcell.com/wp-content/uploads/2020/09/SB02-0920-CytoSensei-Freezer-Brochure.pdf Accessed: 8 Mar 2021].

Недоліками пристрою є неможливість проведення швидкого заморожування, неможливість охолодження нижче - 80 °С, великі розміри та висока ціна.

Відомий пристрій для програмного заморожування Freeze control® CryoPreservation Systems, що складається з ванни з рідким азотом, в яку занурюється кріокамера та контролер [60 Ampoule CryoChamber [Internet] Available at https://www.cryologic.com/cc_60amp.htm 8 Mar 2021, CL-8800i Temperature Controller [Internet] Available at https://www.cryologic.com/cl_8k8i.htm 8 Mar 2021].

Недоліками пристрою є значна кількість використовуваного рідкого азоту, висока ціна, великі розміри.

Також відомі пристрої для заморожування, що складаються з металевої кріокамери, в якій розташовують об'єкти для заморожування, до якої надходять пари рідкого азоту з посудини Дюара. Процес відслідковується контролером. До таких пристроїв відносять CryoMed™ [Thermo Scientific CryoMed Controlled-Rate Freezers [Internet] Available at http://tools.thermofisher.com/ content/sfs/ brochures/ CryoMed-Brochure-0714.pdf 8 Mar 2021, Kryo 560 Planer freezer [Kryo 560 Planer freezer [Internet] Available at https://planer.com/products/cryo-freezers/medium-crf/kryo-560.html 8 Mar 2021].

Недоліками пристроїв є споживання великої кількості рідкого азоту, висока ціна, необхідність застосування посудин Дюару великих об'ємів (від 60 до 120 літрів), та обмеження використання, що обумовлені специфічним для цих пристроїв програмним забезпеченням.

Також відомий пристрій для програмного заморожування Ice Cube 11XS, що складається з металевої кріокамери, в якій міститься утримувач кріоконтейнерів (ампул, соломинок, флаконів і т.п.) з об'єктами для заморожування і термопара, нагрівач. До пристрою додається судина Дюара з рідким азотом (для подачі азоту в кріокамеру від 35 літрів, опціонально 60 л). Пристрій функціонує на специфічному (оригінальному) програмному забезпеченні, обладнаний дисплеєм та потребує електропостачання. [IceCube 11XS [Internet] Available at https://cryobiology.sylab.com/products/p/ show/Product/ product/11-xs.html 8 Mar 2021].

Цей пристрій для програмного заморожування є найбільш близьким до того, що заявляється за технічною суттю, тому його вибрано за найближчий аналог.

Недоліками пристрою є споживання великої кількості рідкого азоту, дороговартість, необхідність застосування судин Дюара великих розмірів і об'ємів, робота тільки з специфічним програмним забезпеченням, що обмежує його використання за рахунок несумісності з програмним забезпеченням інших пристроїв.

В основу винаходу поставлено задачу розширення арсеналу пристроїв для програмного заморожування об'єктів за рахунок створення невеликого портативного пристрою з малим споживанням рідкого азоту та програмним забезпеченням, сумісного з більшістю програмних забезпечень.

Задачу, яку поставлено в основу винаходу, вирішують тим, що у відомому пристрої для програмного замороження, який включає кріокамеру, утримувач кріоконтейнерів з об'єктами, нагрівач, термопару, блок управління, порт підключення до комп'ютера, згідно з винаходом, пристрій складається з оригінальної камери випаровувача рідкого азоту об'ємом 3 л та оригінальної кріокамери об'ємом 1 л, вироблених з пінополістиролу; утримувача кріоконтейнерів, надрукованого на 3D-принтері пластиком PET - G; контролера на базі стандартних мікроконтролерів Arduino; випаровувач з'єднаний з кріокамерою силіконовою трубкою.

Технічний ефект винаходу, а саме розширення арсеналу пристроїв для програмного заморожування об'єктів за рахунок створення невеликого портативного пристрою з малим споживанням рідкого азоту та програмним забезпеченням, сумісним з більшістю пристроїв, обумовлений синергізмом конструктивних елементів пристрою. Технічний результат оптимізує процес заморожування об'єктів при зменшенні кількості рідкого азоту, а заявлені види контролера на базі стандартних мікроконтролерів Arduino розширюють можливості його використання за рахунок сумісності з більшістю пристроїв (персональний комп'ютер з

системами Windows, Linux, iOS, планшетний комп'ютер, мобільний телефон з системами Android, iOS).

Поліетилентерефталатгліколь (ПЕТГ) (за міжнародним позначення PET-G) є модифікацією поліетилентерефталату (ПЕТ або ПЕТФ), яка долає його певні недоліки [Internet] https://monofilament.com.ua/index.php?route=product/category&path=75_59_98,

https://3 dprint story.org/ obzor-luchshih-petg-plastikov-dlya-3 d-pechati].

Arduino - торгова марка апаратно-програмних засобів для побудови і прототипування простих систем, моделей і експериментів в області електроніки, автоматики, автоматизації процесів і робототехніки [Internet] https://www.arduino.cc/].

Винахід пояснюється кресленням. Пристрій зображено на ілюстрації.

Пристрій для програмного заморожування складається з оригінальної кріокамери (1) об'ємом 1 л, оригінальної камери випаровувача рідкого азоту (2) об'ємом 3 л, блока управління (3), нагрівача (4), термопари (5), утримувача кріоконтейнерів (6) з об'єктами, силіконової трубки (7), порту підключення до комп'ютера (8).

Кріокамера (1) та випаровувач (2) виробляються з термоізоляційного матеріалу пінополістиролу, що значно зменшує кількість споживання рідкого азоту, необхідного для його охолодження. Кріокамера (1) має об'єм 1 л. Температура в кріокамері (1) контролюється термопарою (5), яка з'єднана з блоком управління. Випаровувач рідкого азоту (2) являє собою ємність об'ємом 3 літри, з'єднаний з кріокамерою (1) силіконовою трубкою (7). У випаровувачі рідкого азоту (2), безпосередньо в азоті розташований нагрівач (4), який забезпечує випаровування рідкого азоту за рахунок його кипіння та випаровування з контрольованою швидкістю. Саме пари рідкого азоту, який кипить при температурі - 196 °С є хладоносієм. В кріокамері (1) розташований утримувач кріоконтейнерів (6), надрукований на 3D-принтері пластиком PET-G, який забезпечує рівномірний доступ парів рідкого азоту до всіх матеріалів, що заморожуються. Блок управління (3) виготовлений на базі стандартних мікроконтролерів Arduino. Блок управління (3) може працювати в Windows, Linux, Android або IOS за стандартним безкоштовним програмним забезпеченням Arduino IDE.

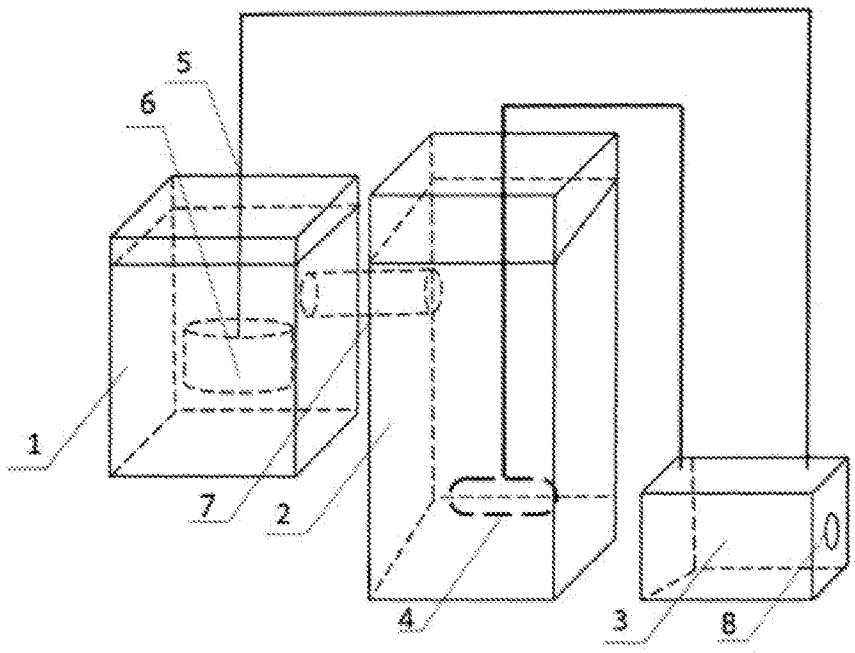
Пристрій для програмного заморожування використовують наступним чином:

Об'єкти у вигляді клітинних суспензій, фрагментів тканин, розчинів тощо розміщують у кріоконтейнерах, які поміщають в утримувач кріоконтейнерів (6), що розташований в кріокамері (1). Випаровувач (2) наповнюють 2 л рідкого азоту. З блока управління (3), що через порт підключено до комп'ютера (8), вмикають програму для нагрівача (4), який нагрівається і обумовлює підвищене випаровування рідкого азоту. Пари азоту з випаровувача (2) через силіконову трубку (7) потрапляють в кріокамеру (1), що обумовлюють програмоване зниження температури в кріокамері (1) і відповідне заморожування об'єктів в кріоконтейнерах, розташованих в утримувачі (6). За допомогою термопари (5) контролюється динаміка температури в кріокамері (1) безпосередньо в кріоконтейнерах, що дає можливість розраховувати швидкість заморожування для її фіксації та програмування або коригування. Якщо температура знижується занадто швидко, блок управління (3) вимикає нагрівач (4) та потік парів рідкого азоту зменшується. Блок управління (3) може працювати самостійно за заданою програмою. Комп'ютер або інший пристрій, що підтримує програму Arduino IDE, необхідний для перепрограмування, зміни програми або графічного відображення процесу заморожування.

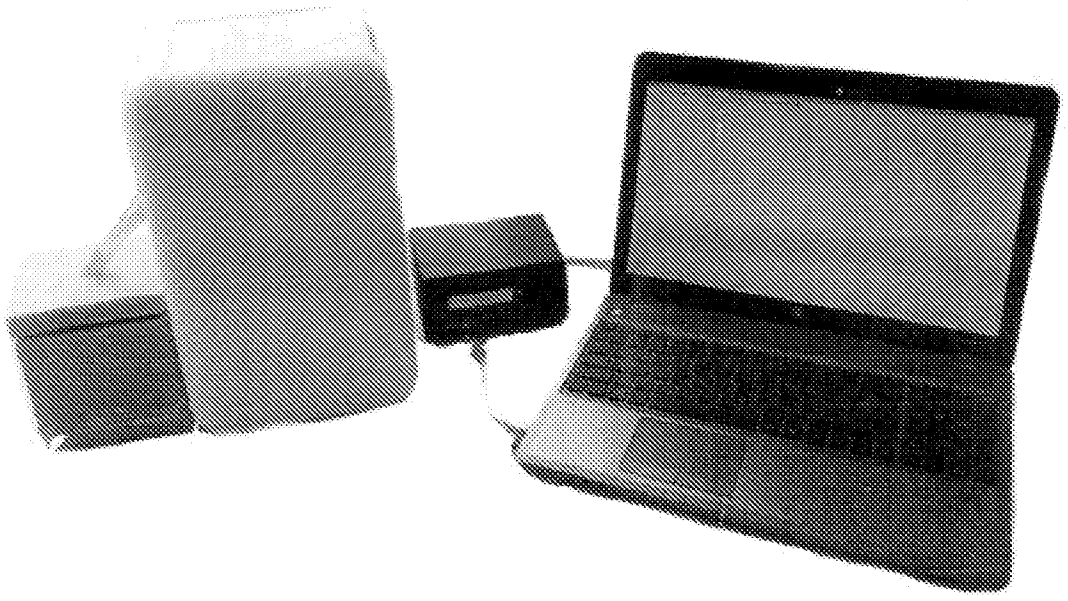
Заявлений пристрій для програмного заморожування недорогий у виготовленні, невеликий, портативний з економічним споживанням рідкого азоту та програмним забезпеченням, сумісним з більшістю пристроїв.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Пристрій для програмного заморожування, який включає кріокамеру, утримувач кріоконтейнерів з об'єктами, нагрівач, термопару, блок управління, порт підключення до комп'ютера, який **відрізняється** тим, що пристрій містить камеру випаровувача рідкого азоту об'ємом 3 л та кріокамеру об'ємом 1 л, що з'єднані між собою силіконовою трубкою, випаровувач та кріокамера вироблені з пінополістиролу, у випаровувачі рідкого азоту, в азоті, розташований нагрівач, в кріокамері розташований утримувач кріоконтейнерів, надрукований на 3D-принтері пластиком PET-G, блок управління з увімкненою програмою для нагрівача з'єднаний з комп'ютером через порт, блок управління виготовлений на базі стандартних мікроконтролерів Arduino, температура в кріокамері контролюється термопарою, яка з'єднана з блоком управління.



Фіг.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій", вул. Дмитра Годзенка, 1, м. Київ – 42, 01601