(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
12 septembre 2025 (12.09.2025)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/186226 A1

(51) Classification internationale des brevets :
A61B 5/0507 (2021.01) *A61B 5/00* (2006.01)
A61B 5/055 (2006.01) *G06N 10/40* (2022.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2025/055793

(22) Date de dépôt international :
04 mars 2025 (04.03.2025)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2402160 04 mars 2024 (04.03.2024) FR

(71) Déposants : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES** [FR/FR] ; 25 rue Leblanc, Bat Le Ponant, 75015 PARIS (FR). **ALICE & BOB** [FR/FR] ; 49 boulevard du Général Martial Valin, 75015 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : **MAY, Alexandre** ; Bât 774 L'Orme des Merisiers, CEA SACLAY-DRF/IRAMIS/SPEC, 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX (FR). **FLURIN, Emmanuel** ; Bât 774 L'Orme des Merisiers, CEA SACLAY-DRF/IRAMIS/SPEC, 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX (FR).

(74) Mandataire : **IPSILON** ; 12 avenue d'Italie, 75013 PARIS (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

(54) **Title:** DEVICE FOR DETECTING SINGLE MICROWAVE PHOTONS

(54) **Titre :** DISPOSITIF DE DÉTECTION DE PHOTONS MICRO-ONDES UNIQUES

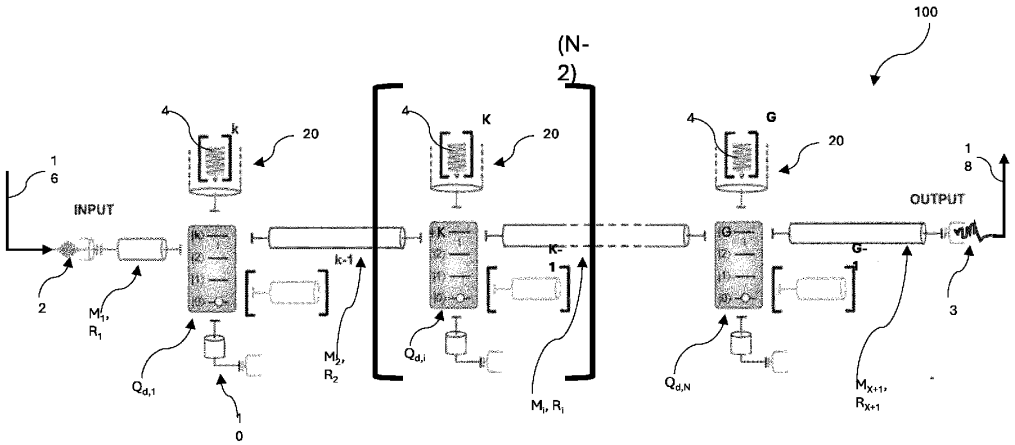


Figure 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a device (100; 100') for detecting a single microwave photon, comprising: a multi-state quantum system comprising N qudits, N being greater than or equal to 1, the system being capable of making, in response to reception of an incident microwave photon, a number X greater than or equal to 2 of energy transitions between energy levels distributed between the N qudits, these energy transitions corresponding to respective frequencies f_1,..., f_X, a set of resonators (R_1, R_2,...) defining X+1 electromagnetic modes of respective frequencies $f_{M,1}$ to $f_{M,X+1}$, a parametric pumping system for applying X pump tones of respective frequencies $f_{p,i}$, respecting $f_{M,i} + f_{P,i} = f_i + f_{M,i+1}$ with each integer i ranging from 1 to X, so as to convert, in

WO 2025/186226 A1

[Suite sur la page suivante]

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, UY, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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).

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

— *en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.*

frequency, by parametric pumping, the excitation contained in an electromagnetic mode i into an excitation of the electromagnetic mode i+1 and a transition i of the qudit in question, a system for reading the energy levels of the one or more qudits of the quantum system delivering a datum providing information on whether an incident microwave photon has been received or not.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de détection (100; 100') de photon micro-onde unique, comportant : un système quantique multi-état comportant N qudit(s), N étant supérieur ou égal à 1, le système étant capable d'opérer, en réponse à la réception d'un photon micro-onde incident, un nombre X supérieur ou égal à 2 de transitions énergétiques entre des niveaux énergétiques répartis entre le(s) N qudit(s), ces transitions énergétiques correspondant à des fréquences respectives f_1,..., f_x, un ensemble de résonnateurs (R_1, R_2,...) définissant X+l modes électromagnétiques de fréquences respectives $f_{M,1}$ à $f_{M,x+1}$, un système de pompage paramétrique pour appliquer X tons de pompe de fréquences $f_{p,\,i}$ respectives, vérifiant $f_{M,i} + f_{P,i} = f_i + f_{M,i+1}$ avec chaque entier i allant de 1 à X, de manière à convertir en fréquence, par pompage paramétrique, l'excitation contenue dans un mode électromagnétique i en une excitation du mode électromagnétique i+1 et une transition i du qudit concerné, un système de lecture des niveaux d'énergie du ou des qudit(s) du système quantique fournissant une information renseignant sur la réception ou non d'un photon micro-onde incident.