



(51) International Patent Classification:

G01N 21/359 (2014.01) G01N 21/95 (2006.01)
G01N 21/88 (2006.01) G01N 21/35 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/US2020/014677

(22) International Filing Date:

23 January 2020 (23.01.2020)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

62/797,668 28 January 2019 (28.01.2019) US
16/741,734 13 January 2020 (13.01.2020) US

(71) Applicant: **KLA CORPORATION** [US/US]; Legal Department, One Technology Drive, Milpitas, California 95035 (US).

(72) Inventors: **WANG, David Y.**; 1212 Allice Drive, Santa Clara, California 95050 (US). **KRISHNAN, Shankar**; 2022 Gammell Brown Place, Santa Clara, California 95050 (US). **ZHUANG, Guorong Vera**; 802 Debut Court, San Jose, California 95134 (US).

(74) Agent: **MCANDREWS, Kevin** et al.; KLA Corporation, Legal Department, One Technology Drive, Milpitas, California 95035 (US).

(81) Designated States (*unless otherwise indicated, for every kind of national protection available*): 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) Designated States (*unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), European (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).

(54) Title: MID-INFRARED SPECTROSCOPY FOR MEASUREMENT OF HIGH ASPECT RATIO STRUCTURES

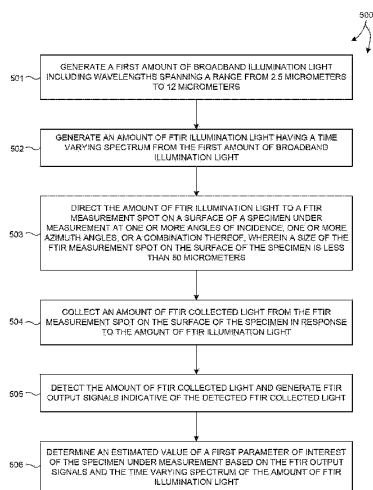


FIG. 14

501 GÉNÉRATION D'UNE PREMIÈRE QUANTITÉ DE LUMIÈRE D'ÉCLAIRAGE À LARGE BANDE COMPRENANT DES LONGUEURS D'ONDES COUVRANT UNE PLAGE DE 2,5 MICROMÈTRES À 12 MICROMÈTRES
502 GÉNÉRATION D'UNE QUANTITÉ DE LUMIÈRE D'ÉCLAIRAGE FTIR AYANT UN SPECTRE À VARIATION TEMPORELLE DE LA PREMIÈRE QUANTITÉ DE LUMIÈRE D'ÉCLAIRAGE À LARGE BANDE
503 ENVOI DE LA QUANTITÉ DE LUMIÈRE D'ÉCLAIRAGE FTIR À UN POINT DE MESURE FTIR SUR UNE SURFACE D'UN ÉCHANTILLON EN COURS DE MESURE À UN OU PLUSIEURS ANGLES D'INCIDENCE, UN OU PLUSIEURS ANGLES D'AZIMUTH, OU UNE COMBINAISON DE CEUX-CI, UNE TAILLE DE PRÉSENTATION DE MESURE FTIR SUR LA SURFACE DE L'ÉCHANTILLON ÉTANT INFÉRIEURE À 50 MICROMÈTRES
504 COLLECTE D'UNE QUANTITÉ DE LUMIÈRE FTIR COLLECTÉE DU POINT DE MESURE FTIR SUR LA SURFACE DE L'ÉCHANTILLON EN RÉPONSE À LA QUANTITÉ DE LUMIÈRE D'ÉCLAIRAGE FTIR
505 DÉTECTION DE LA QUANTITÉ DE LUMIÈRE FTIR COLLECTÉE ET GÉNÉRATION DE SIGNAUX DE SORTIE FTIR INDICANT LA LUMIÈRE FTIR COLLECTÉE DÉTECTÉE
506 DÉTERMINATION D'UNE VALEUR ESTIMÉE D'UN PREMIER PARAMÈTRE D'INTÉRÊT DE L'ÉCHANTILLON MESURÉ SUR LA BASE DES SIGNAUX DE SORTIE FTIR DU SPECTRE À VARIATION TEMPORELLE DE LA QUANTITÉ DE LUMIÈRE D'ÉCLAIRAGE FTIR

(57) Abstract: Methods and systems for performing high throughput spectroscopic measurements of semiconductor structures at mid-infrared wavelengths are presented herein. A Fourier Transform Infrared (FTIR) spectrometer includes one or more measurement channels spanning a wavelength range between 2.5 micrometers and 12 micrometers. The FTIR spectrometer measures a target at multiple different angles of incidence, azimuth angles, different wavelength ranges, different polarization states, or any combination thereof. In some embodiments, illumination light is provided by a laser sustained plasma (LSP) light source to achieve high brightness and small illumination spot size. In some embodiments, FTIR measurements are performed off-axis from the direction normal to the surface of the wafer. In some embodiments, a Stirling cooler extracts heat from the detector of an FTIR spectrometer. In another aspect, measurements performed by one or more spectrometer measurement channels are combined with measurements performed by a mid-infrared FTIR spectrometer channel to characterize high aspect ratio structures.

[Continued on next page]

Published:

— *with international search report (Art. 21(3))*