



分光用高感度CCD検出器システム : SPEC-10

SPEC-10型CCD検出システムは、CCDの特徴である、高量子効率、低ノイズという利点を生かした、分光分析用高感度検出システムです。検出波長範囲は、180nm~1100nmと非常に広い範囲をカバーします。ダイナミックレンジは、16ビットを達成しています。

1) 暗電流除去

CCD素子は、暗電流による雑音が大きいため、微弱光を測定するために、電子冷却や液体窒素冷却を行います。冷却には、空冷、水冷、液体窒素冷却の3種類の方式があり、測定する光の微弱度に応じて、方式を選択します。

液体窒素冷却タイプでは、CCD素子を-120℃にも冷却し、暗電流は、1時間の露光時間でも、ほとんど無視できる程度にしか発生しません。



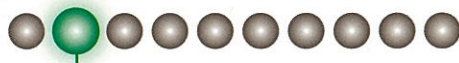
2) ビニング

CCD素子は、2次元（縦と横）にピクセルが配置されています。分光器の出口のスリット像は、横方向に波長、縦方向に入り口スリットの縦方向の像が配置されます。

CCD検出器は、縦方向のCCD素子を足し合わせる機能があり、この機能により、読み出しノイズを増やすことなく、スリットの縦方向の光を積算でき、感度を向上させることができます。

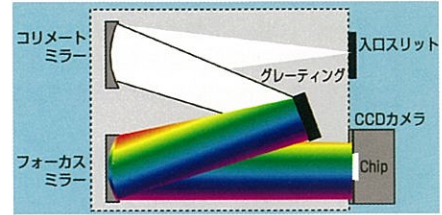
光の当たっているところだけを選択してビニングしたり、縦方向を何箇所かに分割して、積算するなどして、アプリケーションに応じたビニングを行います。

機種	CCD量子タイプ	読み出しノイズ	量子効率 (ピーク)	ダークチャージ	スペクトルレート	冷却温度
100 (LN)	front-illuminated	2.5 e- rms @ 50 kHz 3 e- rms @ 100 kHz 6 e- rms @ 1 MHz 12 e- rms @ 2 MHz	>45% @ 700 nm	0.3 e-/p/hr @ -120℃	750 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
100 (TE)	front-illuminated	2.5 e- rms @ 50 kHz 3 e- rms @ 100 kHz 6 e- rms @ 1 MHz	>45% @ 700 nm	0.03 e-/p/s @ -40℃	510 Hz @ 1 MHz	+20 to -45℃
100B (LN)	back-illuminated	2.8 e- rms @ 50 kHz 3.5 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz 13 e- rms @ 2 MHz	>90% @ 550 nm	0.3 e-/p/hr @ -120℃	600 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
100B (TE)	back-illuminated	2.5 e- rms @ 50 kHz 3.5 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz	>90% @ 550 nm	0.1 e-/p/s @ -40℃	390 Hz @ 1 MHz	+20 to -45℃
100BR (LN)	back-illuminated (deep depletion)	2.8 e- rms @ 50 kHz 3.5 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz 13 e- rms @ 2 MHz	>85% @ 800 nm	11 e-/p/hr @ -120℃	600 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
100R (LN)	front-illuminated (deep depletion)	2.5 e- rms @ 50 kHz 3 e- rms @ 100 kHz 6 e- rms @ 1 MHz 12 e- rms @ 2 MHz	>50% @ 800 nm	11 e-/p/hr @ -120℃	750 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
256 (LN)	front-illuminated	4 e- rms @ 50 kHz 6 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz 22 e- rms @ 2 MHz	>45% @ 700 nm	0.3 e-/p/hr @ -120℃	300 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
256 (TE)	front-illuminated	4 e- rms @ 50 kHz 6 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz	>45% @ 700 nm	3 e-/p/hr @ -90℃ 0.002 e-/p/s @ -70℃	185 Hz @ 1 MHz	+20 to -90℃(enhanced) +20 to -75℃(standard)
256B (LN)	back-illuminated	5 e- rms @ 50 kHz 7 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz 22 e- rms @ 2 MHz	85% @ 500 nm	0.3 e-/p/hr @ -120℃	300 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
256B (TE)	back-illuminated	5 e- rms @ 50 kHz 7 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz	85% @ 500 nm	4 e-/p/hr @ -90℃ 0.004 e-/p/s @ -70℃	185 Hz @ 1 MHz	+20 to -90℃(enhanced) +20 to -75℃(standard)
256BR (LN)	back-illuminated (deep depletion)	5 e- rms @ 50 kHz 7 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz 22 e- rms @ 2 MHz	>85% @ 800 nm	36 e-/p/hr @ -120℃	300 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
256BR (TE)	back-illuminated (deep depletion)	5 e- rms @ 50 kHz 7 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz	>85% @ 800 nm	0.1 e-/p/s @ -90℃ 2 e-/p/s @ -70℃	185 Hz @ 1 MHz	+20 to -90℃(enhanced) +20 to -75℃(standard)
256BUV (LN)	back-illuminated (UV/AR coating)	5 e- rms @ 50 kHz 7 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz 22 e- rms @ 2 MHz	>70% @ 250 nm	0.3 e-/p/hr @ -120℃	300 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
256BUV (TE)	back-illuminated (UV/AR coating)	5 e- rms @ 50 kHz 7 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz	>70% @ 250 nm	4 e-/p/hr @ -90℃ 0.004 e-/p/s @ -70℃	185 Hz @ 1 MHz	+20 to -90℃(enhanced) +20 to -75℃(standard)
256E (LN)	front-illuminated (open electrode)	5 e- rms @ 50 kHz 6 e- rms @ 100 kHz 17 e- rms @ 1 MHz 22 e- rms @ 2 MHz	>50% @ 700 nm	0.5 e-/p/hr @ -120℃	300 Hz @ 2 MHz	-70 to -120℃
256E (TE)	front-illuminated (open electrode)	5 e- rms @ 50 kHz 6 e- rms @ 100 kHz 7 e- rms @ 1 MHz	>50% @ 700 nm	4 e-/p/hr @ -90℃ 0.002 e-/p/s @ -70℃	59 Hz @ 1 MHz	+20 to -90℃(enhanced) +20 to -75℃(standard)



3) イメージング分光器

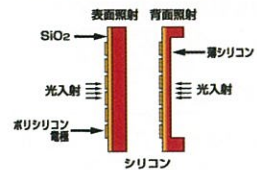
SPEC-10型CCD検出器を組み合わせると、全自動分光分析システムを簡単に構築できます。石英光ファイバなどで、分光器の入り口に光を入れ、分光器内で、回折格子で分光された光は、CCD検出器により、横方向が、波長の光になって、CCDに入射します。
しっかりとアライメントされた光学系により、非常に感度の高い分光システムを簡単に構築しています。



4) 表面照射型CCDと背面照射型CCD

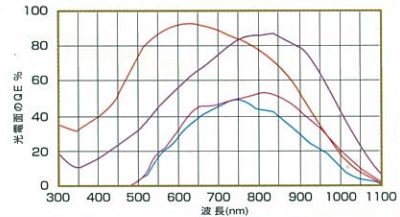
分光用CCD素子には、表面照射型と背面照射型の2種類があります。表面照射型CCDの量子戸の表面には、酸化シリコンでできた電極が配置されており、この酸化シリコンが測定波長域の光を透過しずらいために、量子効率が低下します。一方、背面照射型は、この電極を光が入射する裏面に配置して、電極による光の吸収がない工夫をしたもので、量子効率が非常に高いという特徴があります。その他、オープンエレクトロード型、ITOゲート型などの最新技術のCCD素子があります。

表面照射型と背面照射型CCD



5) 優れた量子効率

表面照射型と背面照射型により、量子効率は、大きく違います。背面照射型は、500~600nmの波長域で、90%以上の高い量子効率を示します。表面照射型でも、50%程度の量子効率で、この数字は、光電子増倍管などと比較すると、2~3倍以上の高い量子効率になります。



6) ARコーティングと化学物質コート

ローパー・サイエンティフィック社は、紫外、可視、近赤外用に設計した無反射コーティングをCCD素子上にコーティングし、量子効率を最大限に引き出しています。また、紫外の量子効率を高めるために、ルモゲンやユニクローム「という化学物質を独自にコーティングにて、量子効率を最大化します。このARコーティングや化学物質のコーティングにより、従来では達成できなかった量子効率を達成し、計測時の可視域の量子効率を2倍程度まで引き上げました。ルモゲンやユニクロームなどの化学物質を使用した場合は、まったく感度のなかったUV領域の量子効率を10%~40%まで向上しました。

機種	CCD量子タイプ	読み出しノイズ	量子効率 (ピーク)	ダークチャージ	スペクトルレート	冷却温度
400 (LN)	front-illuminated	2.5 e- rms @ 50 kHz 3 e- rms @ 100 kHz 6 e- rms @ 1 MHz 12 e- rms @ 2 MHz	>45% @ 700 nm	0.3 e-/p/hr @ -120°C	750 Hz @ 2 MHz	-70 to -120°C
400 (TE)	front-illuminated	2.5 e- rms @ 50 kHz 3 e- rms @ 100 kHz 6 e- rms @ 1 MHz	>45% @ 700 nm	0.03 e-/p/s @ -40°C	510 Hz @ 1 MHz	+20 to -45°C
400B (LN)	back-illuminated	2.8 e- rms @ 50 kHz 3.5 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz 13 e- rms @ 2 MHz	>90% @ 550 nm	0.3 e-/p/hr @ -120°C	750 Hz @ 2 MHz	-70 to -120°C
400B (TE)	back-illuminated	2.5 e- rms @ 50 kHz 3.5 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz	>90% @ 550 nm	0.1 e-/p/s @ -40°C	75 Hz @ 1 MHz	+20 to -45°C
400BR (LN)	back-illuminated (deep depletion)	2.8 e- rms @ 50 kHz 3.5 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz 13 e- rms @ 2 MHz	>85% @ 800 nm	11 e-/p/hr @ -120°C	750 Hz @ 2 MHz	-70 to -120°C
400R (LN)	front-illuminated (deep depletion)	2.5 e- rms @ 50 kHz 3 e- rms @ 100 kHz 6 e- rms @ 1 MHz 12 e- rms @ 2 MHz	>50% @ 800 nm	11 e-/p/hr @ -120°C	750 Hz @ 2 MHz	-70 to -120°C
2K (LN)	front-illuminated	2.5 e- rms @ 50 kHz 3 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz 13 e- rms @ 2 MHz	>45% @ 700 nm	0.3 e-/p/hr @ -120°C	100 Hz @ 2 MHz	-70 to -120°C
2K (TE)	front-illuminated	2.5 e- rms @ 50 kHz 3 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz	>45% @ 700 nm	1 e-/p/hr @ -90°C 0.001 e-/p/s @ -70°C	78 Hz @ 1 MHz	+20 to -90°C (enhanced) +20 to -75°C (standard)
2KB (LN)	back-illuminated	2.8 e- rms @ 50 kHz 3.5 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz 13 e- rms @ 2 MHz	>90% @ 550 nm	0.3 e-/p/hr @ -120°C	100 Hz @ 2 MHz	-70 to -120°C
2KB (TE)	back-illuminated	2.8 e- rms @ 50 kHz 7 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz	>90% @ 550 nm	2 e-/p/hr @ -90°C 0.002 e-/p/s @ -70°C	49 Hz @ 1 MHz	+20 to -90°C (enhanced) +20 to -75°C (standard)
2KBUV (LN)	back-illuminated (UV/AR coating)	2.8 e- rms @ 50 kHz 3.5 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz 13 e- rms @ 2 MHz	>70% @ 250 nm	0.3 e-/p/hr @ -120°C	100 Hz @ 2 MHz	-70 to -120°C
2KBUV (TE)	back-illuminated (UV/AR coating)	2.8 e- rms @ 50 kHz 7 e- rms @ 100 kHz 8 e- rms @ 1 MHz	>70% @ 250 nm	2 e-/p/hr @ -90°C 0.002 e-/p/s @ -70°C	49 Hz @ 1 MHz	+20 to -90°C (enhanced) +20 to -75°C (standard)