

Title	市販CDDを用いた分光分析装置の試作
Author(s)	久保, 等; 谷口, 研二; 浜口, 智尋
Citation	大阪大学低温センターだより. 1992, 77, p. 18-19
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/10417
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

市販CCDを用いた分光分析装置の試作

工学部 久保 等・谷口研二、浜口智尋 (吹田5012)

はじめに

現在、微弱光の分光分析には、分光器、チョッパー、フォトマル、ロックインアンプを用いた変調分光技術が定着している。しかし、この方法では回析格子で回析した光のうち出射スリットを通過したものがフォトマルに受光され、それ以外の光子は無駄に消滅する運命にあった。この無駄を回避するため、1970年代に高感度ビジコンを用いたオプティカル・マルチチャンネル・アナライザ (OMA) が登場し、イメージ・インテンシファイアやマイクロ・チャンネル・プレート (MCP) を組み合わせ、ラマン分光のような極微弱光の検出を可能とするマルチ・チャンネル・ディテクタ (MCD) が開発された。この多チャンネル計測技術の発達によって分光測定時間の短縮化が実現されるに至った。

しかし大学にとって、こうした装置は「高額である」(500万円以上) ために購入し難いことは事実である。そこで我々は安価な多チャンネル計測装置を目的として、撮像管に代わるCCD (電荷結合素子) を用いた分光測定法の作製を行ったので報告する。今回の多チャンネルアナライザ作製に要した費用は100万円以下であり、実験予算の厳しい大学の研究室にとっては救いになるものと考えている。

CCDを検出部に応用する試み

分光測定や暗視観察へのCCDの応用はすでに始まっており、天体観測の分野では写真乾板による観察からCCDによる観察に移行された。また、半導体素子中のホットエレクトロンの分布を知る目的でも使われている。

このように撮像管に代わってCCDが使われるようになったのは、高い量子効率と画素の二次元配列によって歪のない像が得られること、そして画素上で光電子の蓄積が出来ることによる。さらに、薄膜裏面入射型CCDの開発によって量子効率が80%を越えるものも現れている。市販CCDは裏面入射型CCDに比べて量子効率は半分程度と低い、マイナス30度以下の低温にすることによって結晶欠陥に起因する電子の湧き出しノイズが抑えられ、画素上での長時間の蓄積が可能となり、応用が期待される。図1に温度と湧き出し電子数との関係を示す。温度の低下にしたがって湧き出しノイズが低減され、室温付近では30度下げると一桁程度雑音が減少する。一般に、研究用CCD

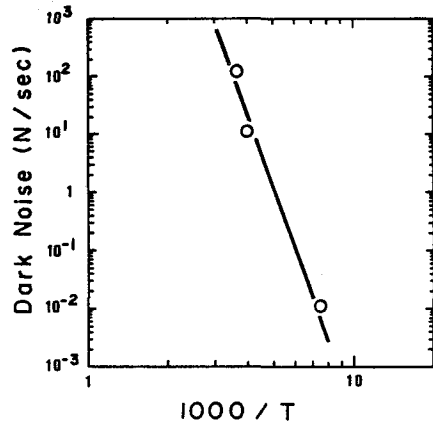


図1 温度と湧き出しノイズの関係。縦軸はダーク状態で1秒間に全画素に蓄積される電子をカウントした数。横軸には温度の逆数を示す。

は120K~160K程度で使用されている。これは次の2つの理由による。(1)高温では電子の湧き出しノイズが多く長時間の蓄積ができないこと、(2)100K以下の低温では不純物散乱の影響で電子移動度が低下してビデオ信号帯の速度での使用に不安がで始める。

今回、我々が採用した冷却方式はドライアイス冷却である。200KまでCCDを冷却すると、熱雑音(湧き出しノイズ)の問題は無視できるようになり、液体窒素使用時のようにヒータコントロールの必要がなく、冷却ハウスの設計自由度が増す。

測定結果

今回製作した、ドライアイス冷却市販CCDを使った結果を示す。図2は冷却せずに60秒間CCDフレーム上で蓄積した像である。欠陥に起因する電子の湧き出しが斑点となって現れるが、250Kに冷却することで完全に近いダーク像が得られ、200Kでは十分なフレーム蓄積ができ、表紙のような天体像が簡単に観察することができる。

図3は15cmポリクロメータに取り付けて、水銀灯のスペクトルを測定した結果である。CCDの冷却は行っていないが、短時間でスペクトル解析が行なえる例として示した。分解能は1nm以下、測



図2 画面全体が白い斑点で覆われるCCDの湧き出しノイズ。ダーク状態のもと60秒間露出を行なった。温度は290K。

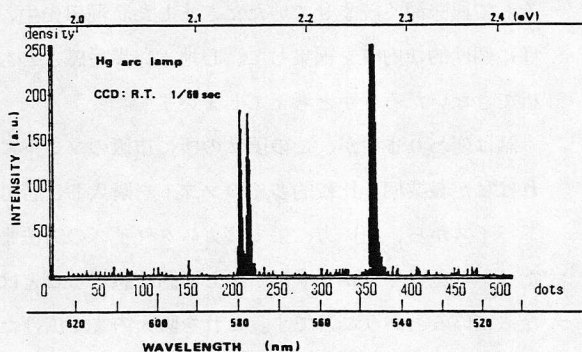


図3 水銀灯のスペクトルをマルチチャンネルディテクトし、PC-98で画像処理し強度プロファイルを示す。データ測定時間は16ミリ秒で、強度プロファイルだけであれば瞬時に処理を行なうことが可能である。

定時間は60分の1秒である。

このように市販のCCDを冷却することによって、安価で高性能のマルチ・チャンネル・ディテクトが可能であり、今後この分野での冷却CCDの普及が期待できることを示した。

なお今回用いたCCD素子および周辺機器は、ソニーCCDカメラヘッド(XC77BB)、自作冷却ハウス(窓は真空二重ガラス)、マイクロテカ社製カメラコントローラー(TKIF-66)、そしてデータ処理用にPC9801(A-D交換インターフェースを含む)を用いた。