

天文観測技術の最前線 (11)

遠赤外線天文学のフロンティアを広げる
圧縮型 Ge:Ga 遠赤外線検出器 3素子アレイ

遠赤外線は、産業的には波長 $4\mu\text{m}$ 程度から $1000\mu\text{m}$ (1mm) の間の電磁波を呼ぶが、天文学においてはそのうち波長の長い領域 ($30\mu\text{m}$ より $1000\mu\text{m}$) を遠赤外線ということが多く、光と電波の利用は通信を始めとして非常に進んでいるが、その間にある遠赤外線の利用はまだ十分ではない。これは、遠赤外線が物質との相互作用が強く、大気もほとんど透過しないことが大きい理由である。しかし、物質との相互作用が強いことは逆に物質を調べるのに有効である。特に、星間雲や電離領域の H_2O , NH_3 , CO , OH , HD 等の分子, C , O 等の原子・イオンの微細構造線、また暖かい星間塵が多量の遠赤外線を輻射するので、遠赤外線による宇宙観測は非常に重要である。

現在、遠赤外線技術の研究は波長の短い光(光子検出)と波長の長い電波(電界検出)の技術を両側から延長する形で進められている。その境界は $300\sim 500\mu\text{m}$ あたりにあるといえる。

さて、ここで紹介するのは光の側から光子検出器の感度を長い方に伸ばし、 $200\mu\text{m}$ 以上の波長域まで高い感度を持たせた遠赤外線検出器についてである。赤外線検出器には種々の半導体材料が使われるが(天文観測技術の最前線(9)の佐藤氏の解説参照)、遠赤外線検出には Si や Ge に不純物をドーピングした外因性半導体を用いられる。そのうち、最も長い波長の赤外線に感度を持つ物質の一つが Ge:Ga (Ge に Ga をドーピング)であり、 $120\mu\text{m}$ 近くまで高い感度を持つ。しかし、これより長い波長になると、半導体中の浅い不純物エネルギー準位による光子検出もほとんど限界になり、ポロメータ等の熱型検出器を使わざるを得なくなってしまう。熱型検出器は、 Ge:Ga 等の量子型検出器に比べ、感度・応答速度とも格段に低くなる。

不純物半導体の光子検出の長波長の限界は $120\mu\text{m}$ あたりであったが、この半導体に一方方向の機械的歪みを加えることにより波長 $200\mu\text{m}$ 以上まで高い感度を持たせた圧縮型 Ge:Ga 検出器が1979年に米国で開発された。これは、既にソ連等で1960年代になされた研究——外因性半導体の不純物準位が一軸性歪みに依って変化すること——を利用したものであった。これにより、光子検出の限界波長が $200\mu\text{m}$ 以上にまで到達したと言える(図1)。

しかし、この圧縮型 Ge:Ga 検出器では $\sim 7000\text{kg/cm}^2$ もの応力を加える必要があるため、安定に歪みを加え続け且つ圧縮装置を小型化すること、2素子以上のアレイ検出器を作る点において困難があった。

そこで、著者達(通信総研と宇宙研との共同)は小さな

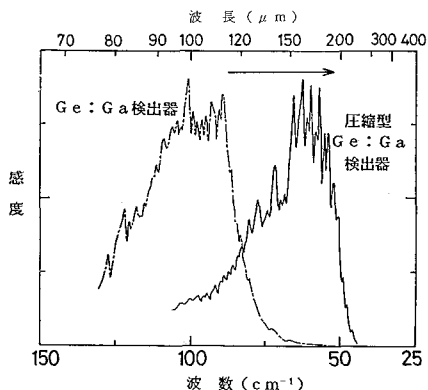


図1 Ge:Ga 検出器と圧縮型 Ge:Ga 検出器の分光感度

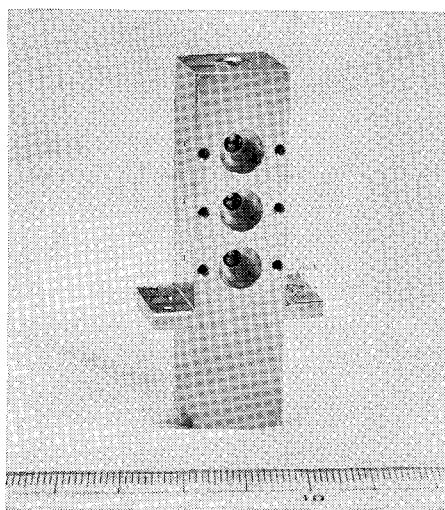


図2 圧縮型 Ge:Ga 遠赤外線検出器 3素子アレイ

皿バネを重ねて十分なバネ定数と撓みを持たせたコンパクトなバネを用いる圧縮型検出器マウントを開発し、世界最高級の検出能力を有する遠赤外線検出器を実現した。この圧縮型 Ge:Ga 検出器は気球観測において星間の [C II] 輝線 ($158\mu\text{m}$) の観測に高い性能を発揮した。

更に、1994年打ち上げを目指して宇宙研、名大等によって開発が進められている軌道赤外線望遠鏡 (IRTS) 衛星に搭載する圧縮型 Ge:Ga 検出器 3素子アレイを開発した(図2)。この3素子アレイは、気球用よりも更に高性能であり、グレーティング分光器 (FILM: 宇宙研で開発中) の検出器として、やはり [C II] 輝線による銀河のマッピングに用いられる。

廣本宣久(郵政省通信総合研究所)

平成2年10月20日

印刷発行

定価 470円

(本体 457円)

発行人 〒181 東京都三鷹市国立天文台内

印刷所 〒162 東京都新宿区早稲田鶴巻町 565-12

発行所 〒181 東京都三鷹市国立天文台内

電話 (0422) 31-1359

社団法人 日本天文学会

啓文堂 松本印刷

社団法人 日本天文学会

振替口座 東京 6-13595