

100 μm 波帯遠赤外線高感度半導体 検出器の用途を開発とリモートセンシング

100 μm wavelengths far-infrared
photoconductors and their
applications to remote-sensing

廣本宣久^{*}、板部敏和^{*}、有賀 規^{*}、奥田治之^{**}、芝井 広^{**}、松原英雄^{**}
(Norihisa Hiromoto^{*}, Toshikazu Itabe^{*}, Tadashi Aruga^{*}, Haruyuki
Okuda^{**}, Shibai Hiroshi^{**}, Hideo Matsuhara^{**})
^{*}郵政省通信総合研究所、^{**}文部省宇宙科学研究所
(*Communications Research Laboratory, **Institute of Space and
Aeronautical Science)

SYNOPSIS: We have developed sensitive far-infrared Ge:Ga photoconductors covering 60-100 microns wavelength regions and stressed type detectors with the same elements which have longer wavelength response up to 200 microns to apply them to far-infrared remote-sensing, especially to astronomical and atmospheric studies. A far-infrared two channel photometer using the non-stressed and the stressed Ge:Ga photoconductors with 60-200 microns wavelength ranges is developing to receive FIR beams from an optically pumped gas laser, which will be used to measure far-infrared absorption in atmosphere and materials.

Ge:Ga 光伝導型検出器は $\lambda = 110 \mu\text{m}$ までの遠赤外域に感度を持ち、低バックグラウンドで高感度な検出器である。更に、この検出器を圧縮ストレスを加えることによって、 $110 \mu\text{m}$ から $200 \mu\text{m}$ まで感度波長域を長い方に伸ばすことができる (圧縮型 Ge:Ga 検出器)¹⁾ ため、遠赤外域の種々の高感度計測技術に於て重要な役割を果たすことが期待される。

Ge:Ga 結晶は Ga 濃度を $2 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ と指定し、住友金属鉱山 (株) に依頼して試作をおこない、ウェーハから検出器素子への製作は、浜松ホトニクス (株) が担当した。

試作した Ge:Ga 検出器は、 $T_d = 4.2 \text{K}$ の検出器温度で波長 $119 \mu\text{m}$ まで感度を持ち (Fig. 1)、 ηG (量子効率・光伝導ゲイン) = 0.11、 $R = 8.0 \text{A/W}$ の高い感度を持ち、 $8.5 \times 10^{-18} \text{W/Hz}^{1/2}$ という良い NEP を示している (Table 1)。

また、 $4.2 \text{K} \sim 1.8 \text{K}$ での ηG の減少は T_d に比例する程度に抑えられている。このことは、試作した Ge:Ga 結晶のコンベンション (ドナー濃度 / アクセプタ濃度) が小さいことの重要な結果である²⁾。

この Ge:Ga 検出器の圧縮型の性能を調べるため、圧縮型半導体検出器冷却光学実験装置を製作し、性能評価を行った。結果は、Fig. 1 に示す様に $\sim 200 \mu\text{m}$ 迄感度を持ち、Table 2 に示すような 1.9K で $\eta G = 0.11$ 、 $R = 12.5 \text{A/W}$ の良い性能を得た³⁾。

これらの感度波長域の異なる 2 つの型の検出器を用いて、遠赤外 2 チャンネルフォトメータを製作中である (Fig. 2)。 $70 \mu\text{m}$ から $200 \mu\text{m}$ の広い波長域をカバーするこのフォトメータと CO₂ レーザ光励起の遠赤外線ガスレーザを組み合わせて、大気や種々の物質の透過特性を測定するシステムを開発する予定である。遠赤外線レーザの発振線は、メタノール (CH₃OH) の

70.6、96.5、118.8 μm (Ge:Ga検出器用)、163、186.1、198.8 μm (圧縮型Ge:Ga検出器用)等の強い発振線を用いる。

Table 1. Performance of the non-stressed Ge:Ga photoconductors

Sample number	G211.5-1	
Dimensions (cm^{-3})	0.193x0.103(electrode)x0.143 thick	
Detector temperature T_d (K)	4.2	1.9
Background photon rate J_b (s^{-1})	2.0×10^{10}	2.0×10^{10}
Cutoff wavelength (μm)	119	115
Peak response wavelength (μm)	105	104
Breakdown field (V/cm)	2.9	3.2
Bias field (V/cm)	1.4	1.4
Responsivity R (A/W)	8.0	4.0
nG	0.11	0.05
Quantum efficiency η	0.3	0.3
Photoconductive gain G	0.36	0.17

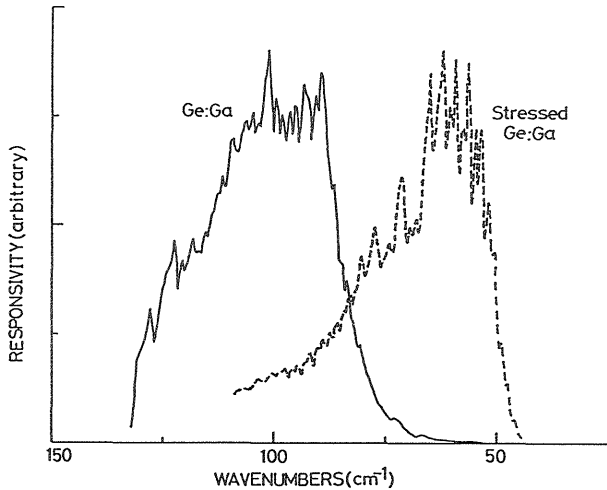


Fig. 1. Spectral responsivity of a non-stressed Ge:Ga photoconductor and a stressed Ge:Ga photoconductor.

Table 2. Performance of the stressed Ge:Ga photoconductors

Sample number	2G111.5-5	
Dimensions (cm^{-3})	0.1x0.1(electrode)x0.143 thick	
Detector temperature T_d (K)	4.2	1.9
Background photon rate J_b (s^{-1})	2.5×10^{10}	2.5×10^{10}
Cutoff wavelength (μm)	198	193.5
Peak response wavelength (μm)	160.5	158.5
Breakdown field (V/cm)	0.46	0.72
Bias field (V/cm)	0.28	0.35
Responsivity R (A/W)	23.1	12.5
nG	0.21	0.11
Quantum efficiency η	0.5	0.5
Photoconductive gain G	0.42	0.21

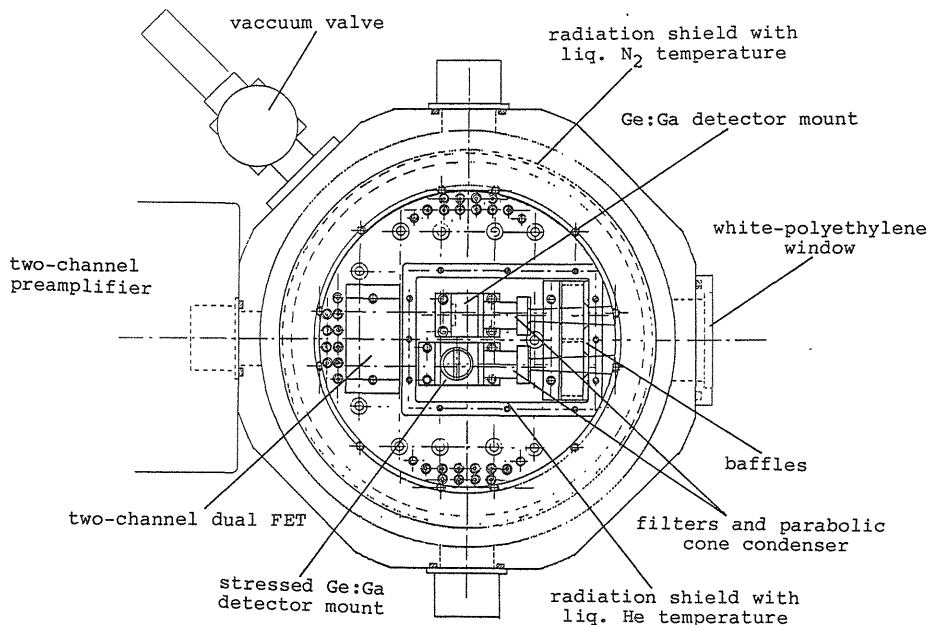


Fig. 2. Far infrared two-channel photometer using non-stressed and stressed Ge:Ga photoconductors.

REFERENCES

1. E. E. Haller, M. R. Hueschen and P. L. Richards, Appl. Phys. Lett. 34, 495 (1979).
2. N. Hiromoto, M. Saito, H. Okuda, preprint (1988).
3. N. Hiromoto, T. Itabe, T. Aruga, H. Okuda, H. Matsuhara, H. Shibai, T. Nakagawa and M. Saito, Fourth International Conference on Infrared Physics Proceedings (1988).