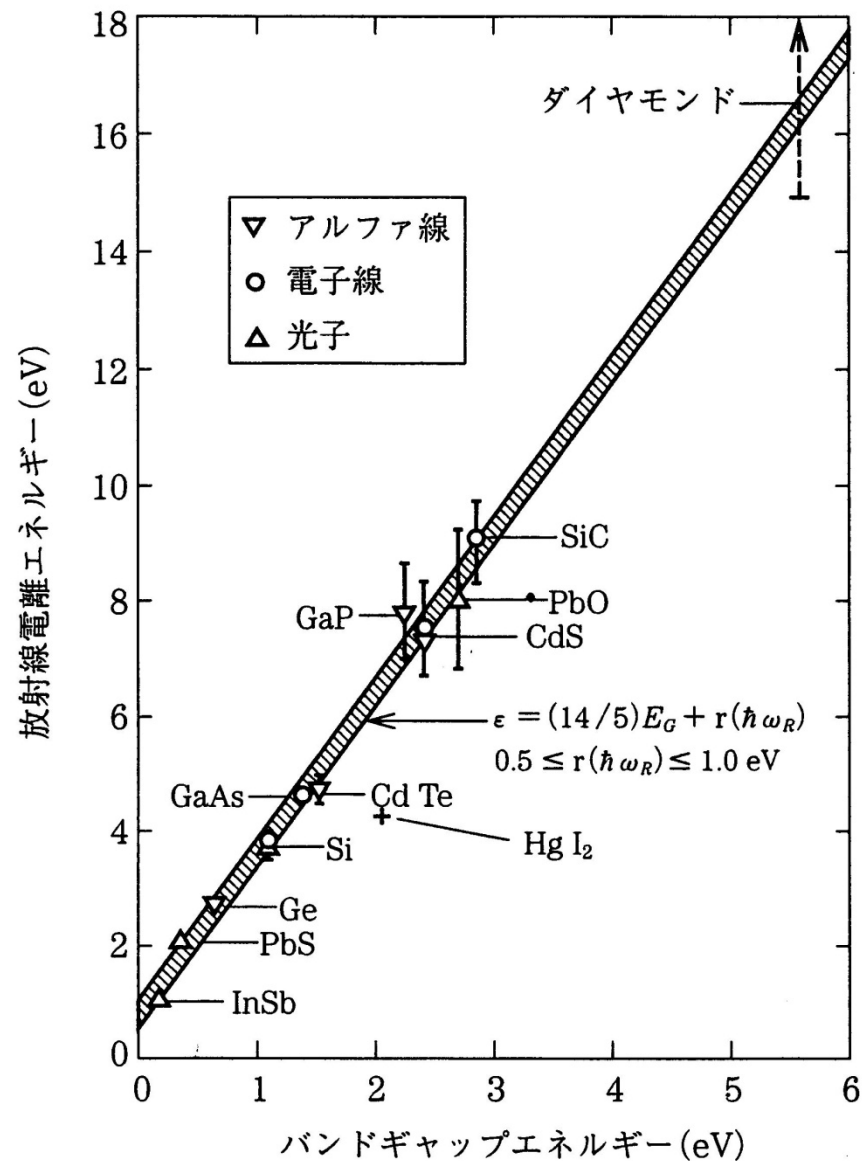


化合物半導体検出器

CdTe, CdZnTe, ダイヤモンド, InSb

種々の半導体のw値



CdTe, CdZnTe半導体の特徴

- 原子番号, 密度が大きい 光子測定に有利
- エネルギーギャップ 大 室温で測定可
エネルギー分解能はそこそこ
- 移動度 小さい 特に正孔
- 格子欠陥 多い CdTeで分極 CZTはOK
- 結晶 小さい Z, ρ が大きいのでOK?
- 市販品あり エネルギー分解能の問題
 - Frisch gridを用いて改良
 - 高性能ショットキー接合の報告あり まだ問題が

CdTe検出器の電荷収集特性

線源 : ^{241}Am (60keV)
 検出素子 : CdTe 1x1x1mm, 50V

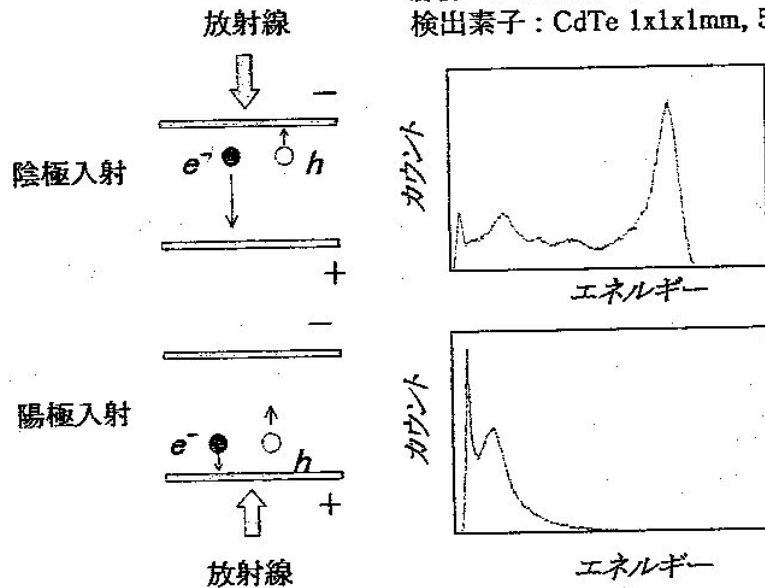
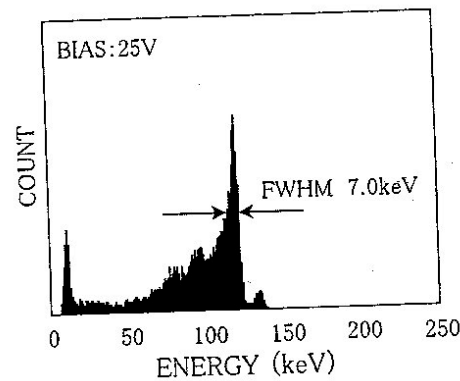
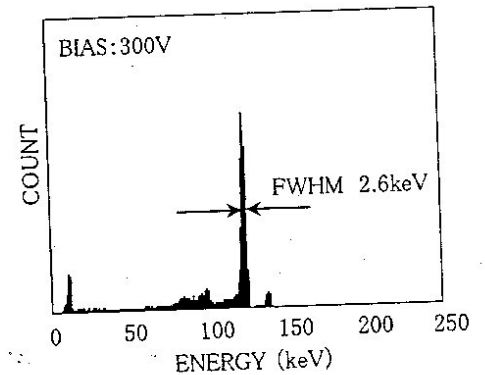


図2 検出放射線の入射面によるスペクトルの違い



Pt/CdTe/Pt素子
 2×2×0.5 mm

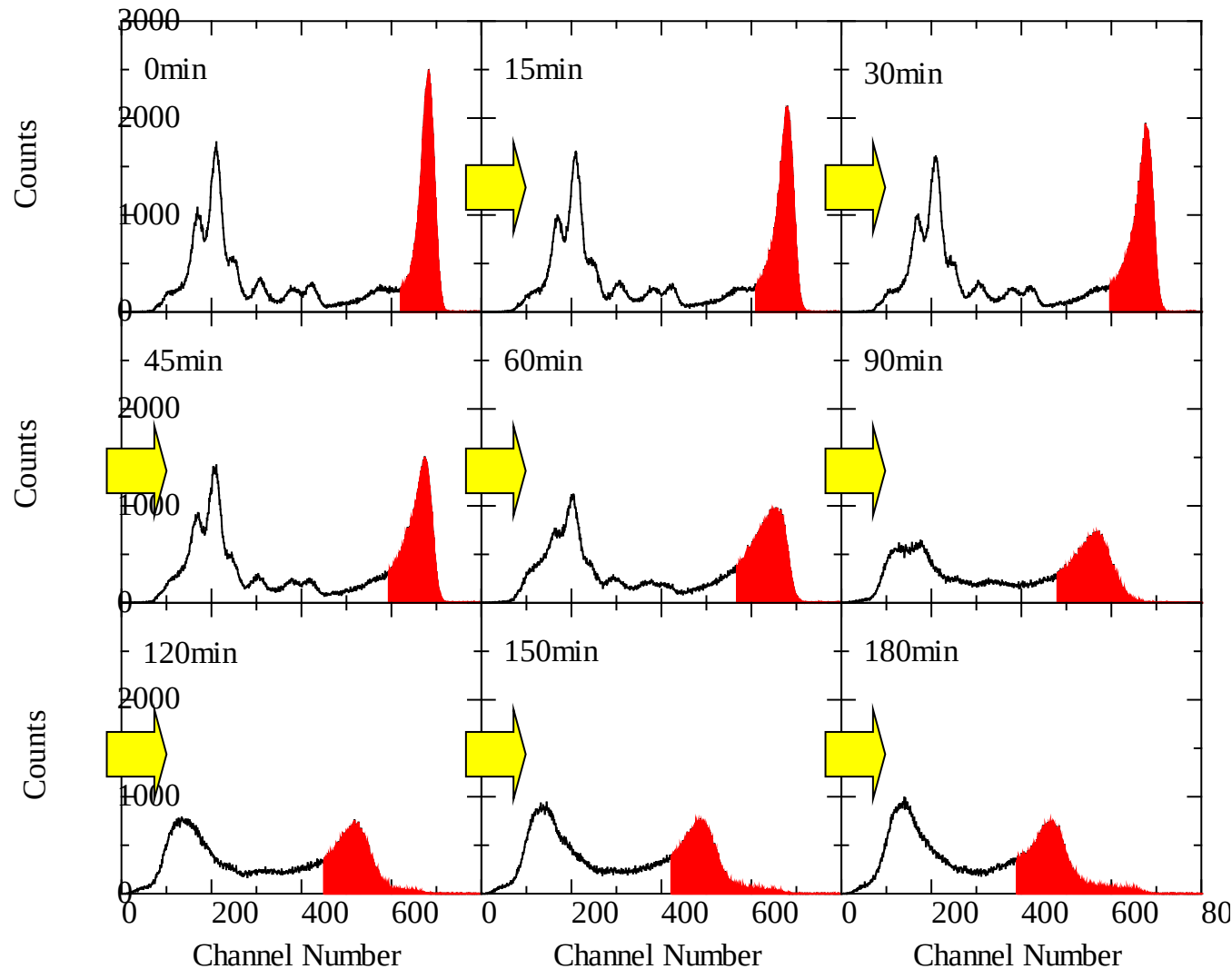


In/CdTe/Pt素子
 2×2×0.5 mm

図9 オーミック電極素子とショットキー電極素子の ^{57}Co のスペクトル

CdTe検出器による測定エネルギー スペクトルの時間変化

Am-241



ダイヤモンド検出器

- バンドギャップ 5.6eV
- 高温での使用 可

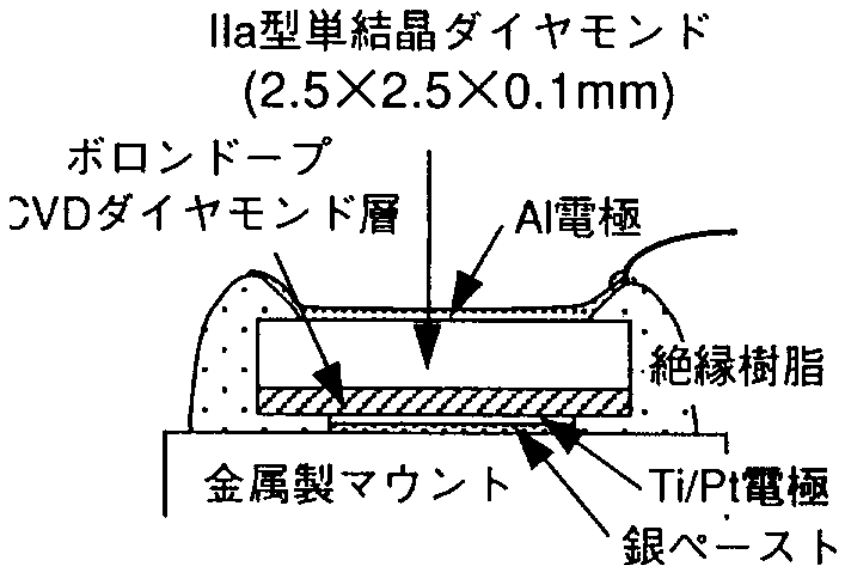
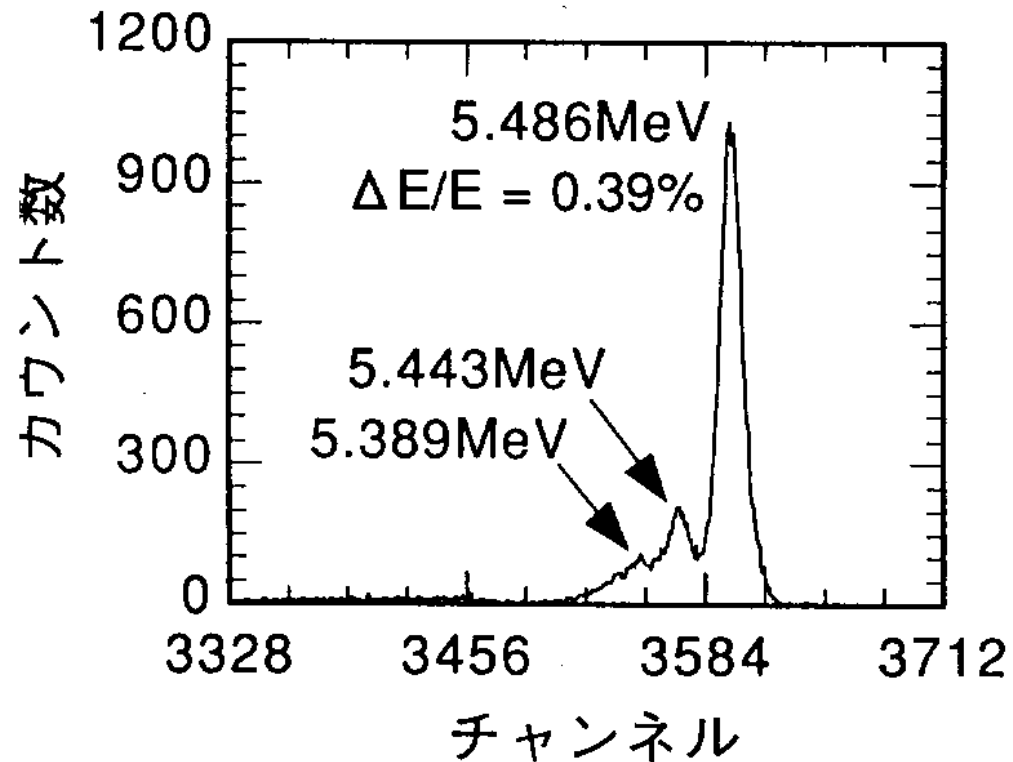


図1 検出器断面

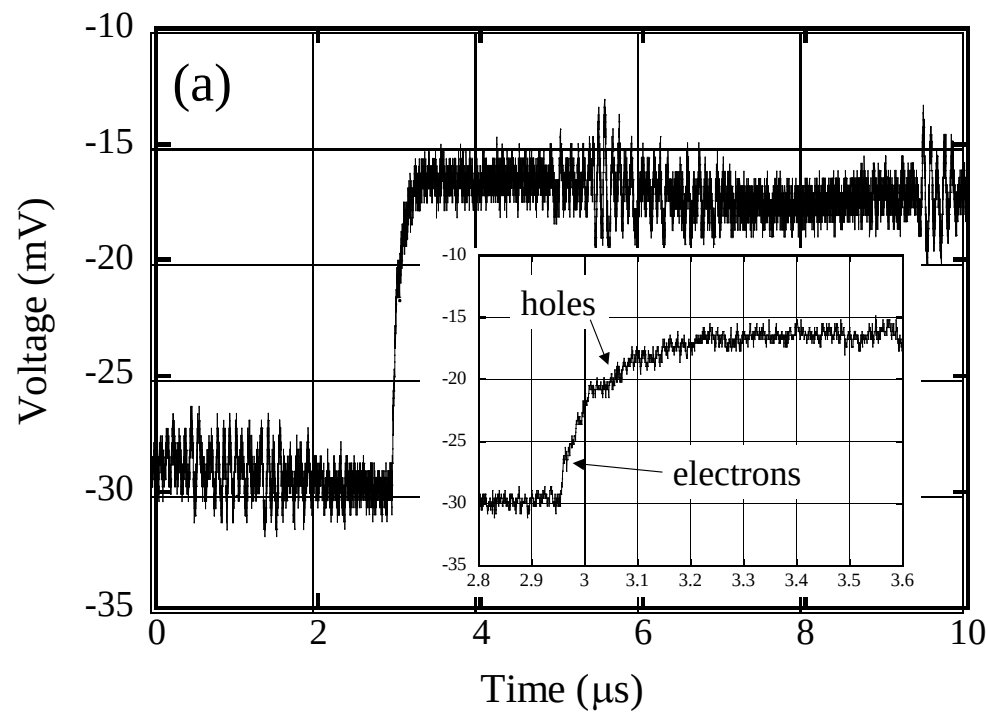
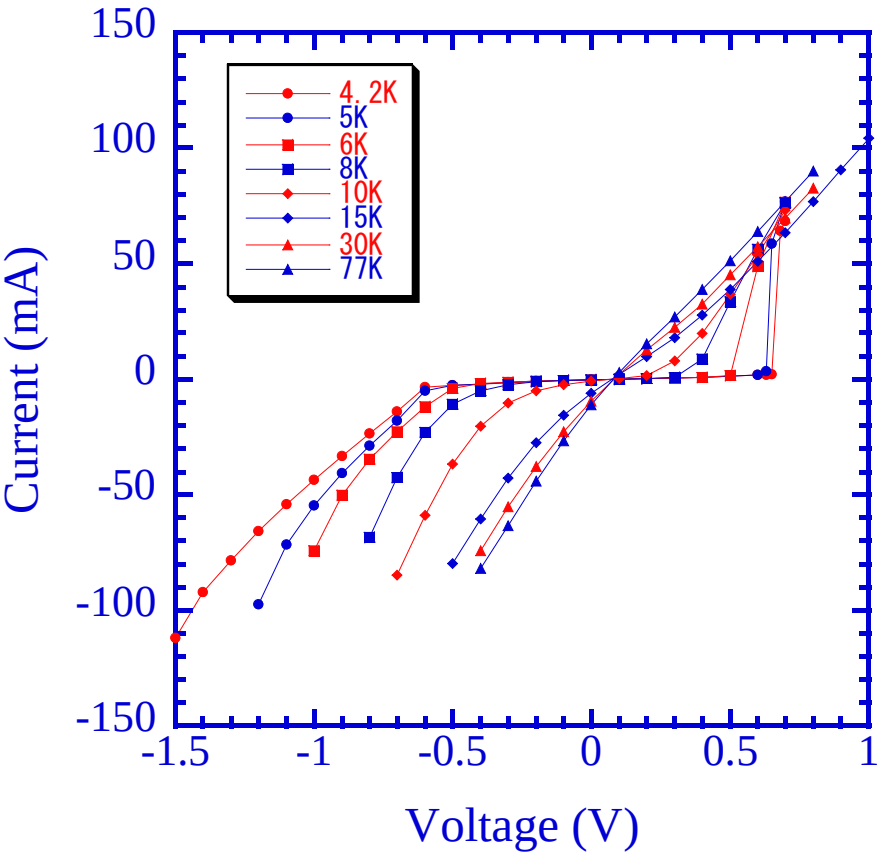


InSb半導体の特長

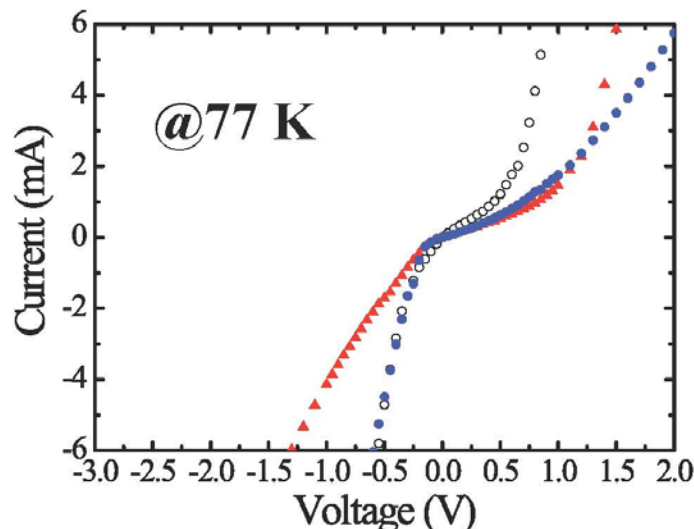
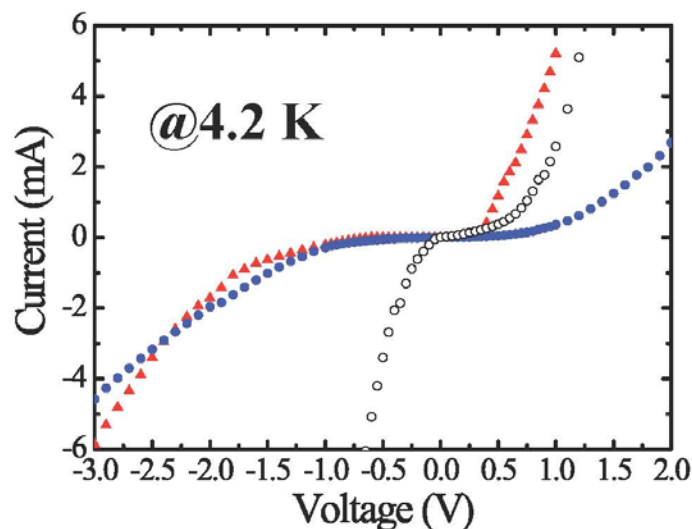
- 原子番号, 密度 大
- バンドギャップ 0.165eV
 - $60\text{eV}@6\text{keV}$ Siの2倍の分解能
 - 冷却が必要
- 移動度 大 他の10倍
- 結晶 ホール素子用
 - 不純物が多い



InSb検出器の電流-電圧特性



電流-電圧 (I-V) 特性



▲:LPE (p型)
●:ZM (p型)
○:CZ (n型)

抵抗値	ZM	LPE	CZ (市販品)
4.2 K	22 k Ω	50 M Ω	<1 k Ω
77 K	~1 k Ω	~1 k Ω	<1 k Ω

LPE, ZMともに
CZ (市販) を上回る



小さい漏れ電流

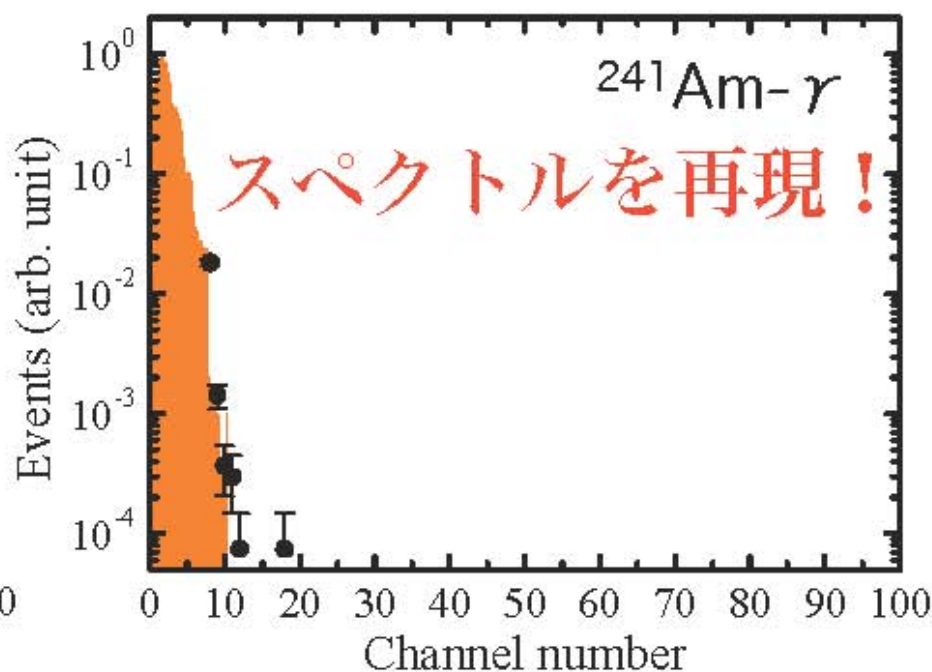
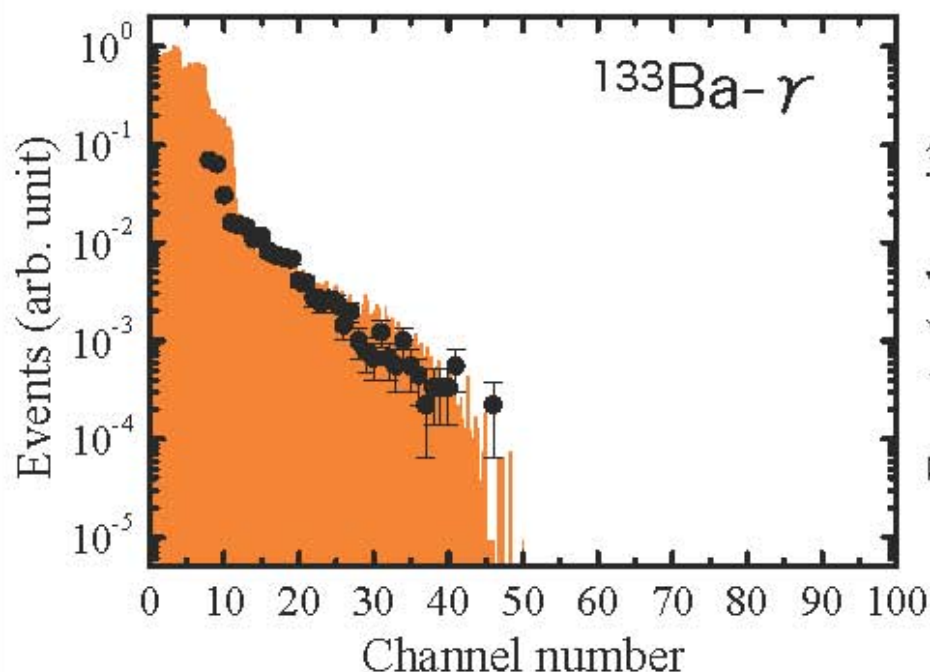
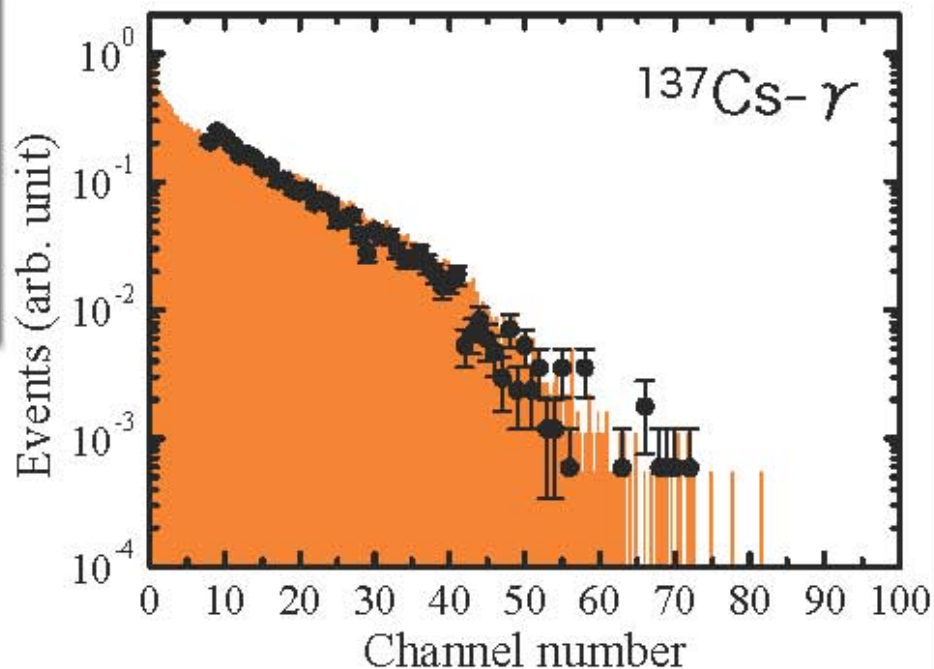
$$Q \propto \sum_n^{115} E_d(x_n) \eta(x_n)$$

γ 線：エネルギー・スペクトル

■：モデル式

誘導電荷→チャンネル番号
(比例関係)

●：実験値



TlBr検出器

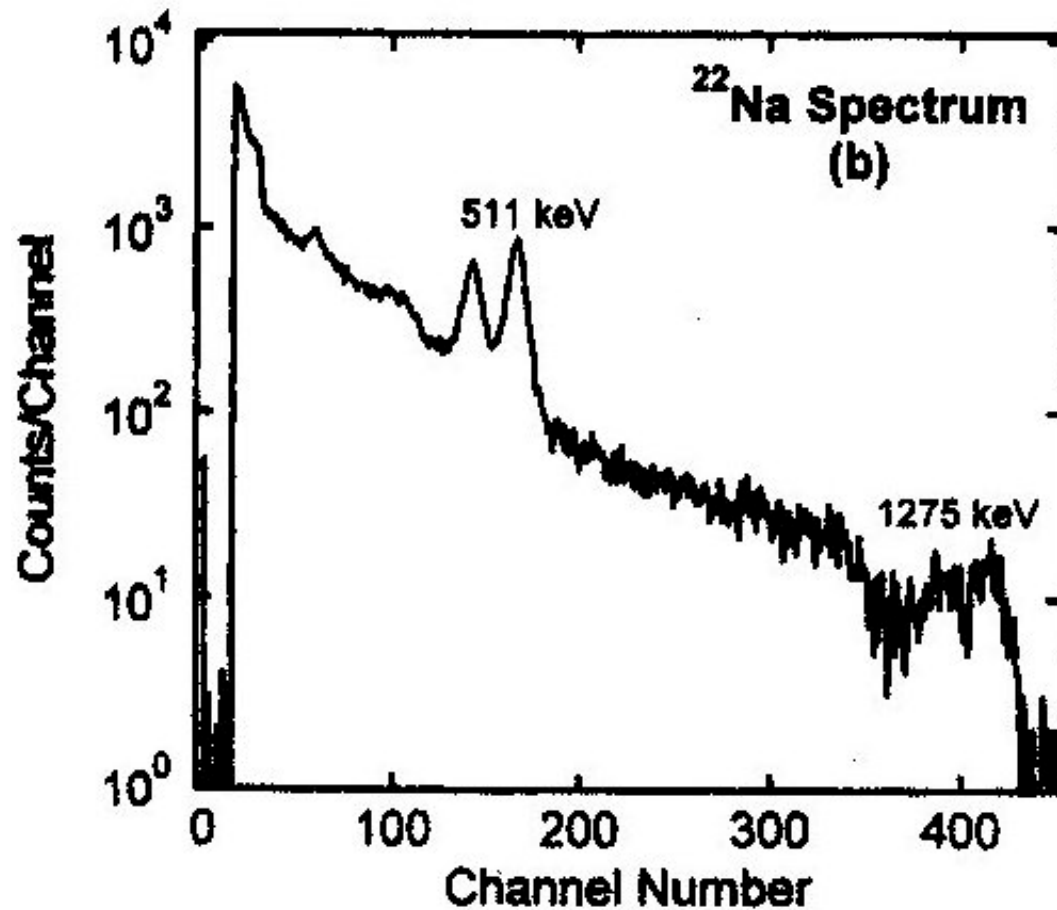


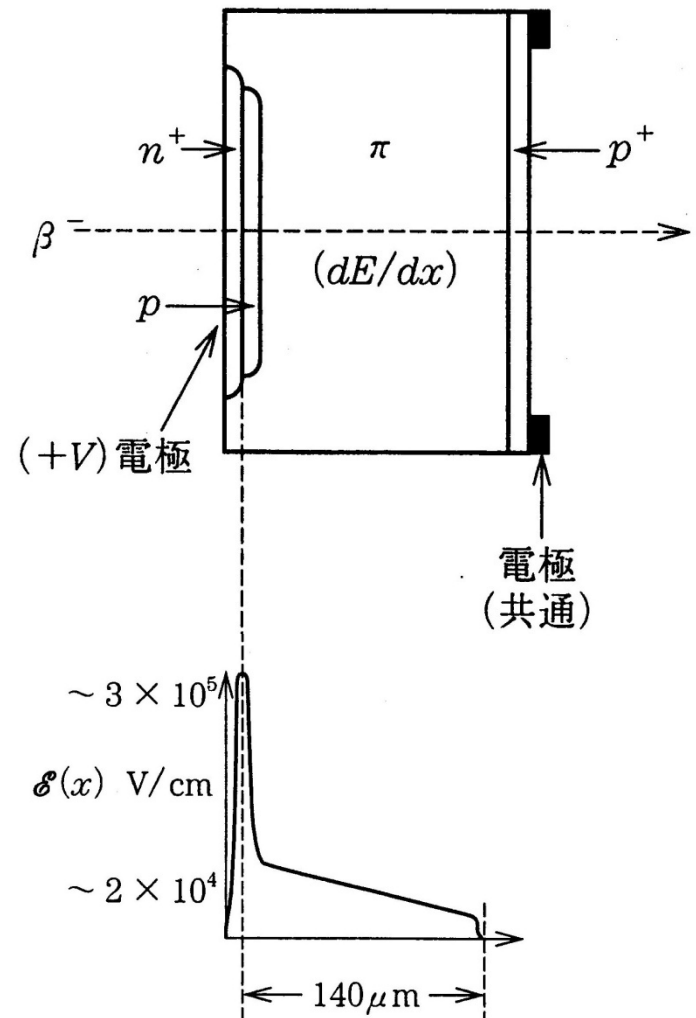
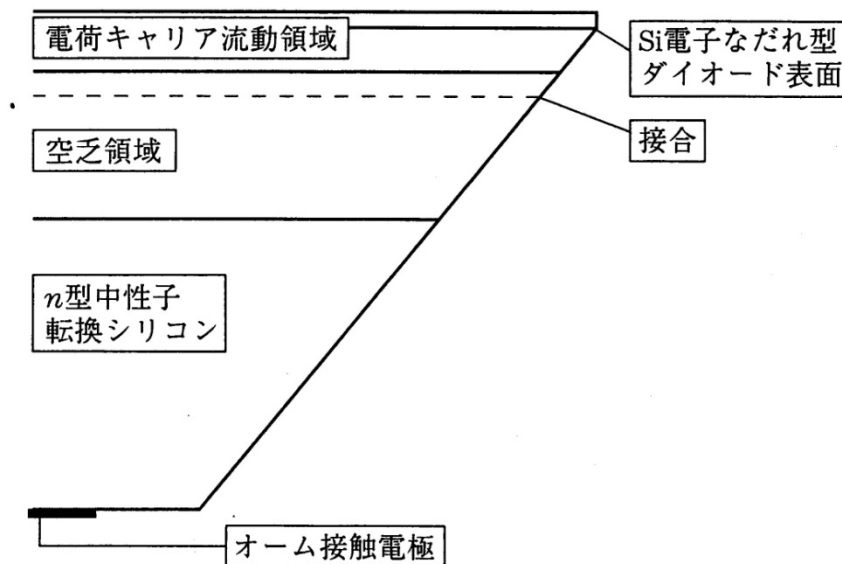
図5 ²²Na γ 線スペクトル

Tl K-吸収端 85.5 keV
L-吸収端 15.3 keV

様々な用途の半導体検出器 1

• 電子雪崩検出器 低エネルギー放射線

- 微小信号の検出
- 早い応答速度



様々な用途の半導体検出器 2

- 位置敏感型検出器

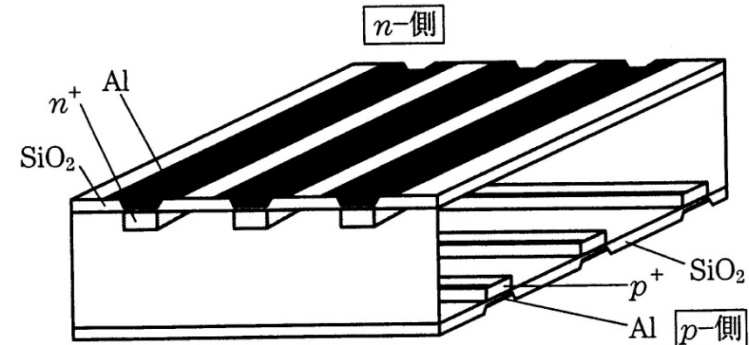
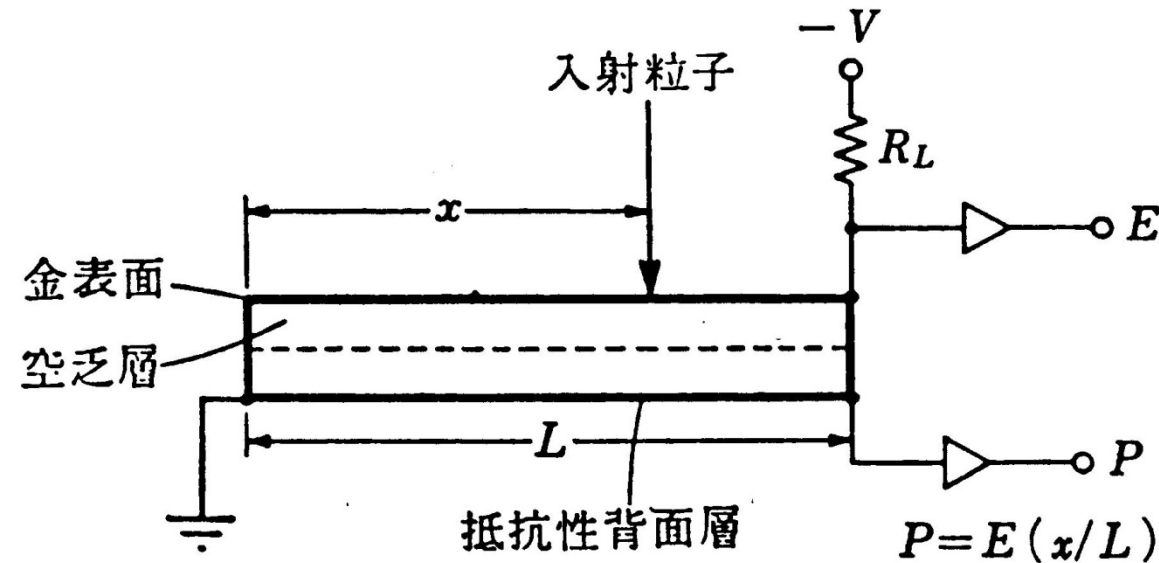


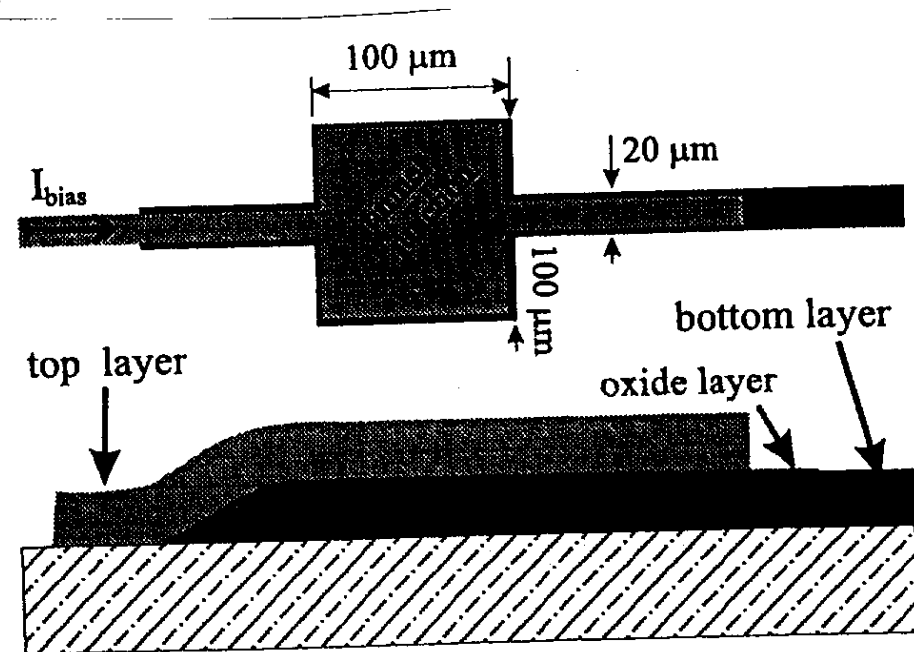
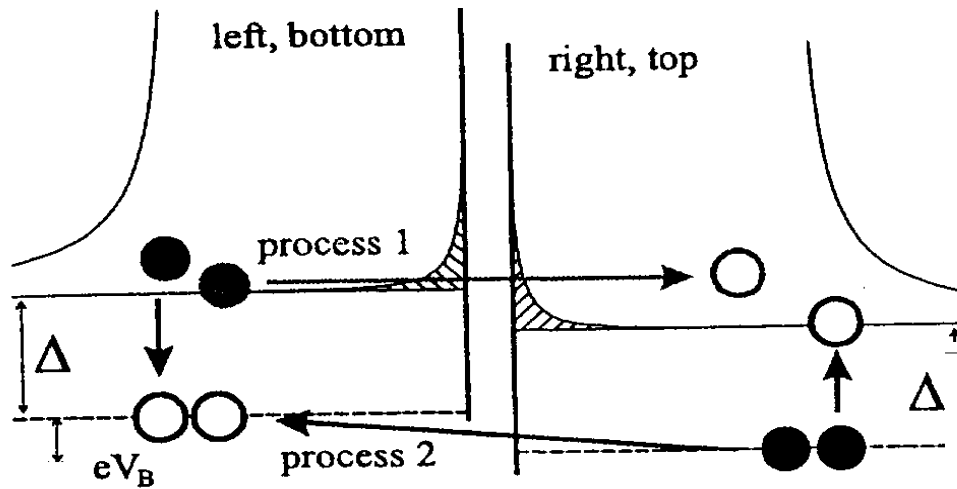
図 13.34 両面型シリコンストリップ検出器
(Hubbeling ほか¹³⁷⁾ による)

極低温検出器

- なぜ極低温を利用するか
 - 高エネルギー分解能 熱雑音
- 超伝導体検出器
 - 超伝導体-絶縁体-超伝導体接合
 - 常伝導体-絶縁体-超伝導体接合
 - 超伝導遷移端センサー
- 誘電率変化検出器

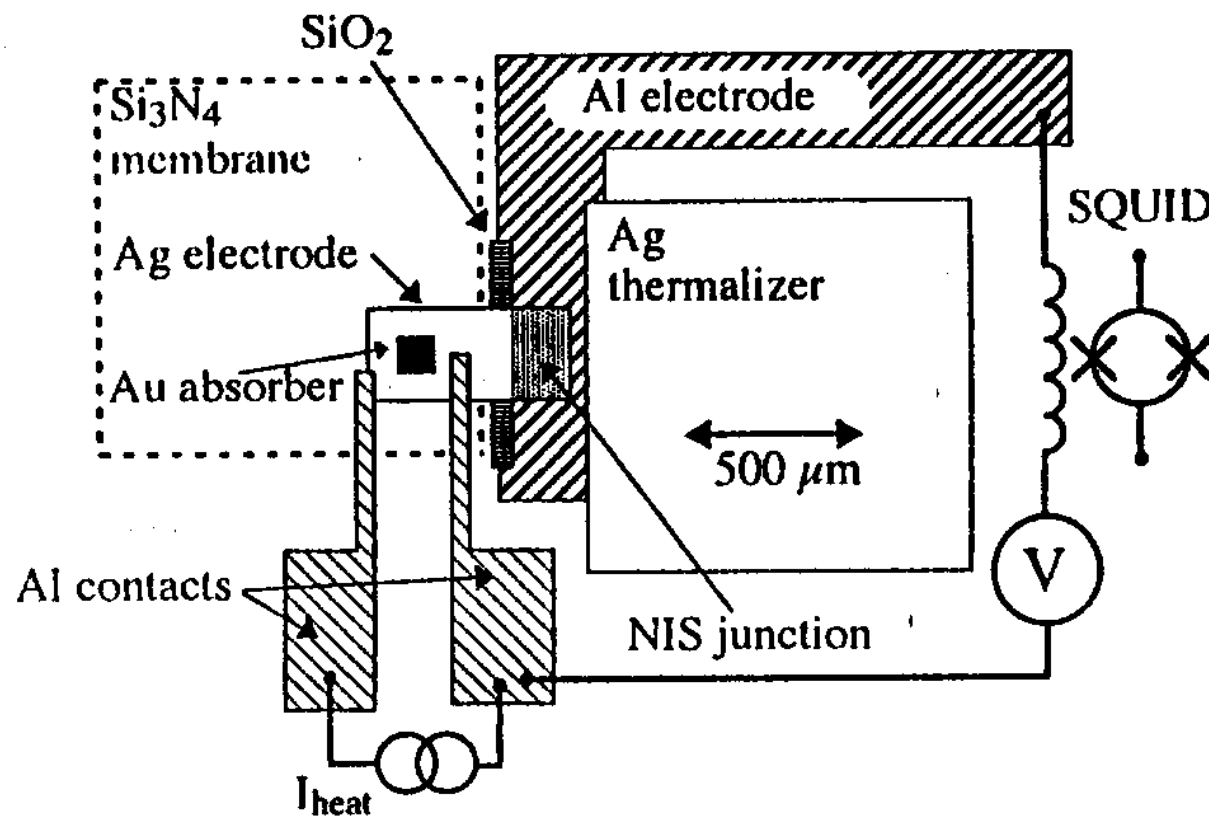
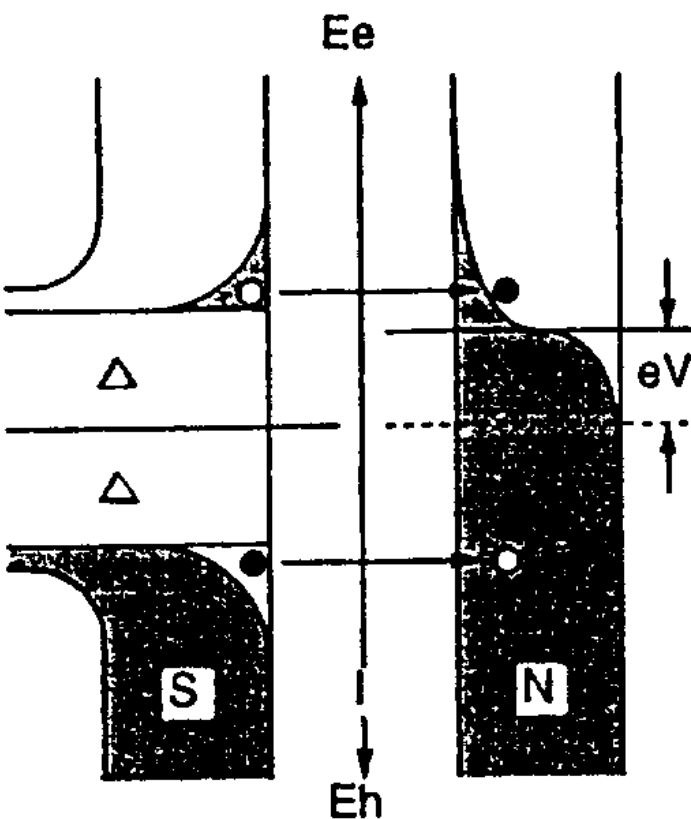
超伝導体検出器 1

超伝導体-絶縁体-超伝導体接合検出器



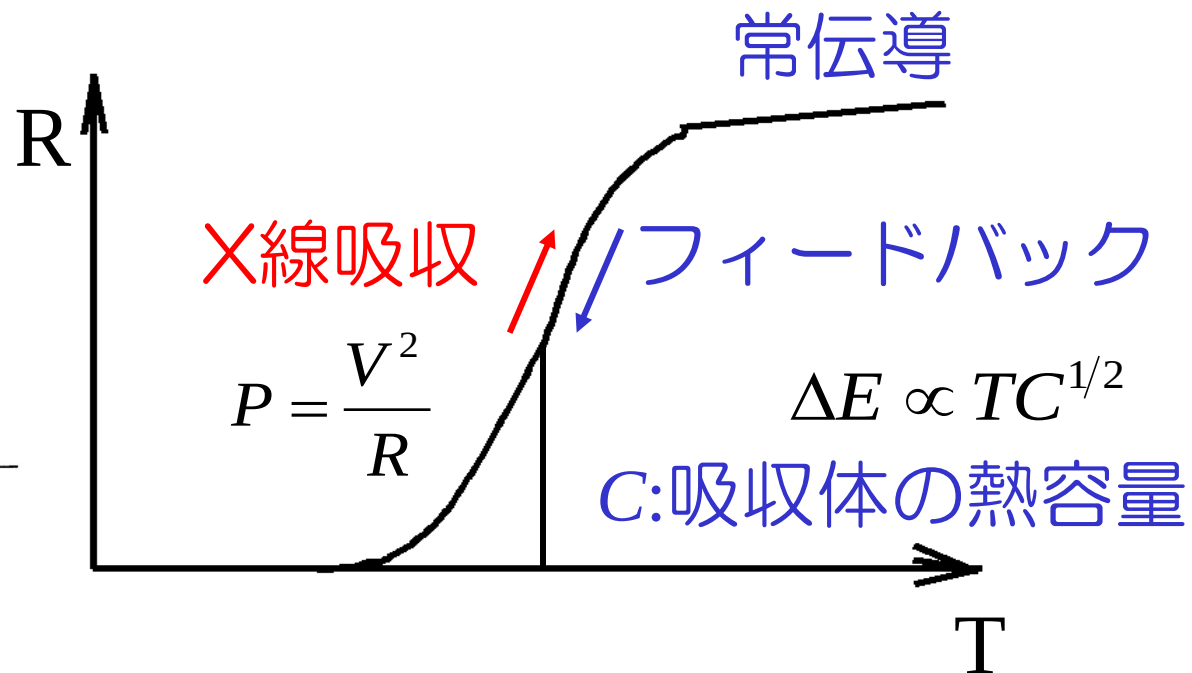
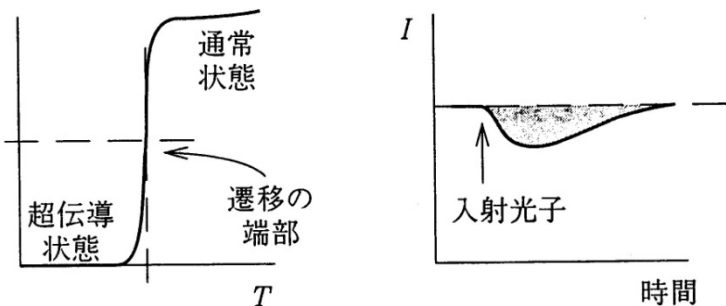
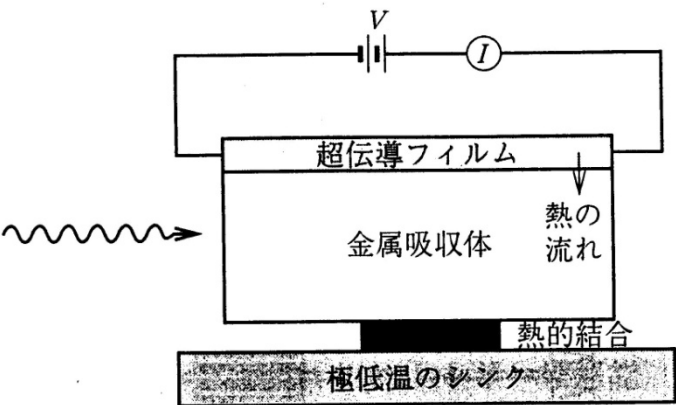
超伝導体検出器 2

常伝導体-絶縁体-超伝導体接合検出器



超伝導検出器 3

- 超伝導遷移端センサー



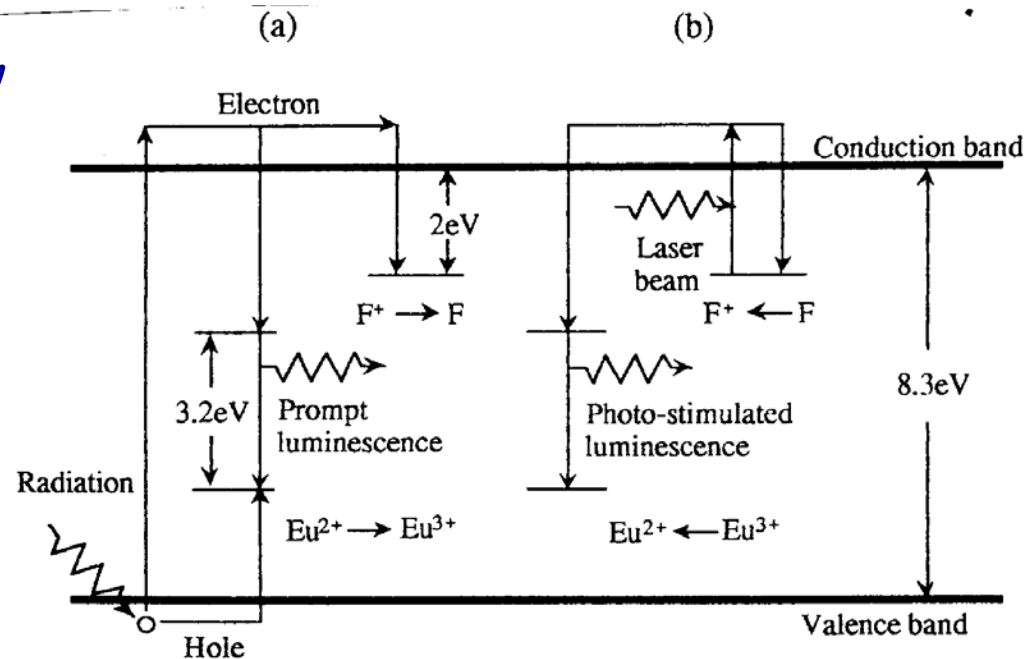
イメージング

- 医療応用 レントゲン写真, CT, PET
- 物質科学 X線回折, 中性子回折
- 方法 その場測定, その後測定
 - 小さな検出器を多数配列
 - 半導体検出器, シンチレータ
 - 写真のような形式
 - フィルム, イメージングプレート

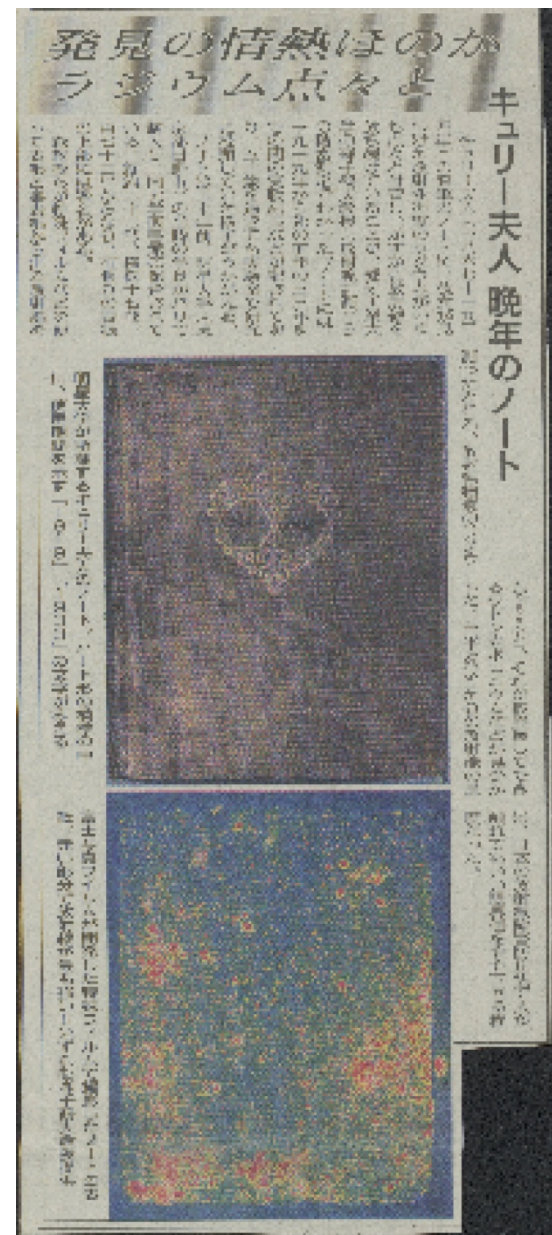
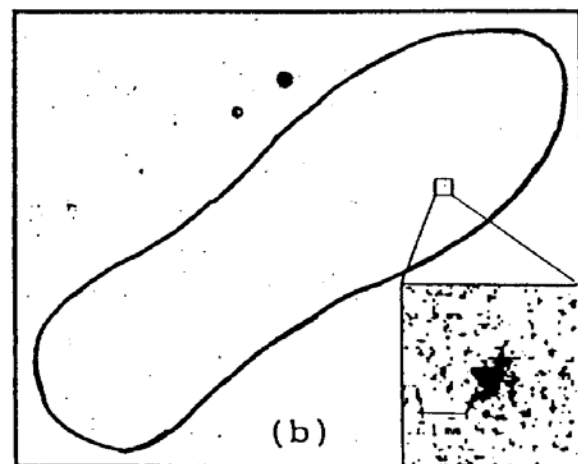
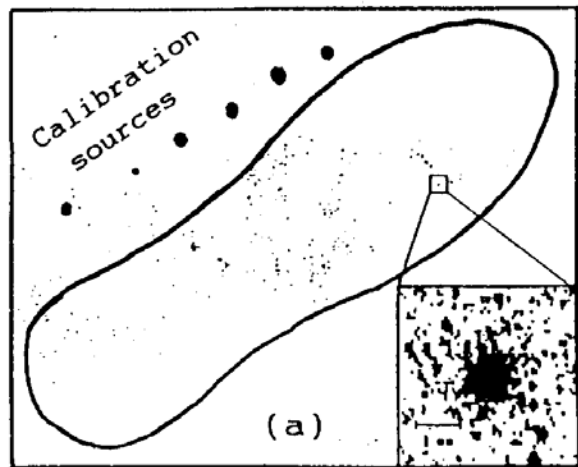
イメージングプレート

- 蛍光体 BaFBr:Eu²⁺
- 放射線エネルギー $\text{Eu}^{2+} \rightarrow \text{Eu}^{3+}$
- 読み出しレーザー光 $\text{Eu}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{2+} + h\nu$

- ダイナミックレンジ
5—8桁
- 空間分解能
0.1-0.2mm
- 主にX線, 中性子可

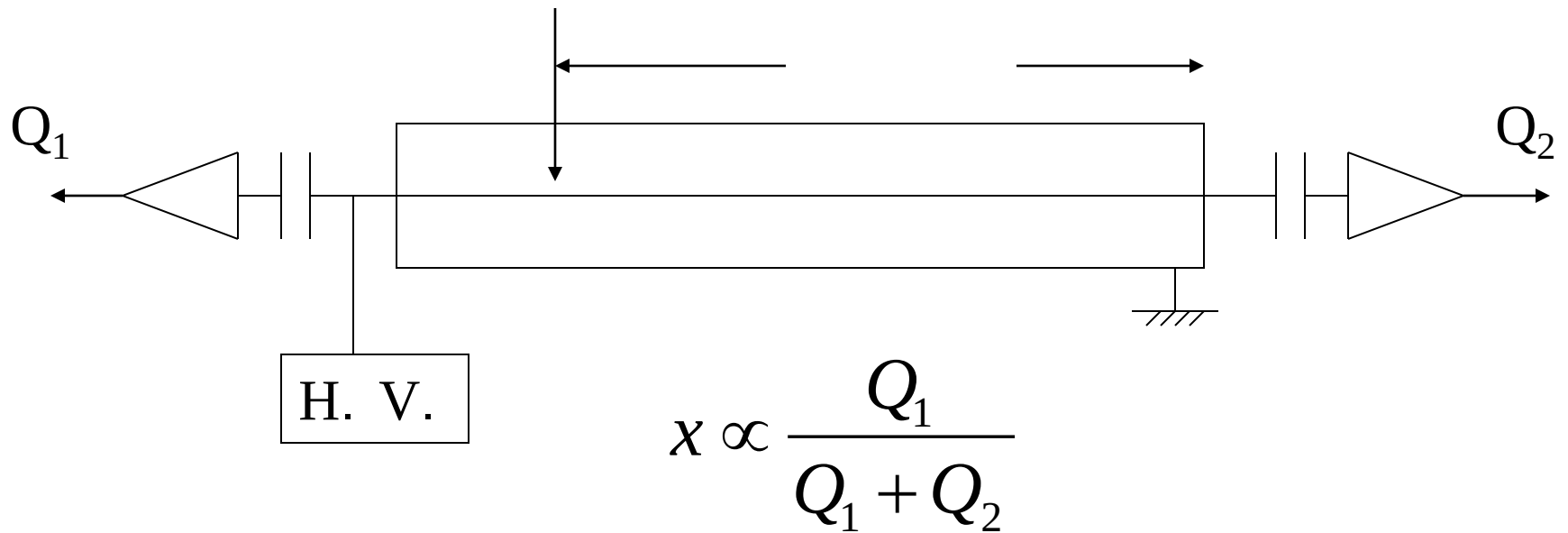


イメージングプレートの 使用例



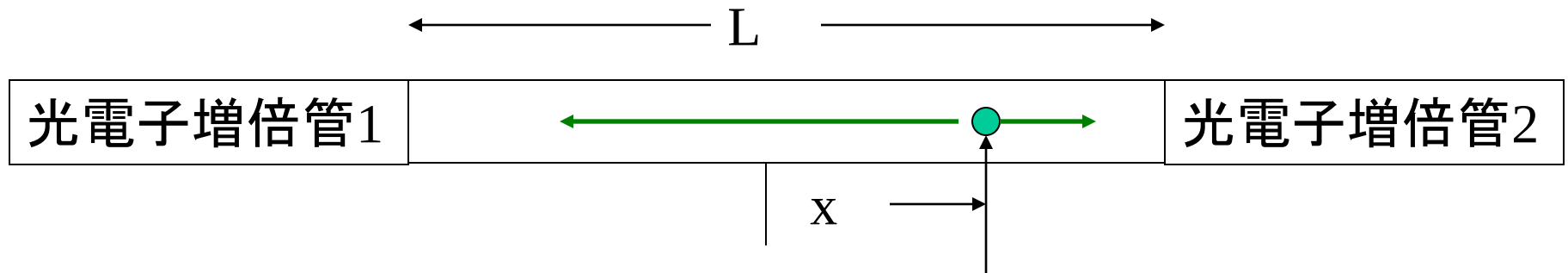
位置敏感型検出器 1

- 比例計数管



位置敏感型検出器 2

- シンチレーション検出器



$$Q_1 = \frac{E_\gamma P}{E_0} \exp\{-\alpha(L/2 + x)\}$$

$$Q_2 = \frac{E_\gamma P}{E_0} \exp\{-\alpha(L/2 - x)\}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\exp\{-\alpha(L/2 - x)\}}{\exp\{-\alpha(L/2 + x)\}} = \exp(2\alpha x)$$

$$x = \frac{1}{2\alpha} \ln \frac{Q_2}{Q_1}$$

位置敏感型檢出器 3

- 半導體檢出器

