

氏名	竹 田 静 思 たけ だ せい し
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 121 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 原 子 核 工 学 専 攻
学位論文題目	Ausgangsimpulse des Halbleiterdetektors und ihre Verstärkung (半導体検出器の出力パルスとその増巾に関する究究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 西 原 宏 教 授 田 中 哲 郎 教 授 岐 美 格

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は半導体放射線検出器の出力パルスの波形解析および増幅用電子回路の設計と試作に関するもので、4章と附録から成っている。

第1章は緒論であって、先ず半導体検出器および半導体検出器用増幅器の概論を述べ、次にエネルギー分解能を制限する要因として (1)電子・空孔対の発生数の統計的ゆらぎ、(2)漏れ逆電流による検出器雑音、(3)増幅器の雑音を挙げ、それらの原因と大きさについての考察が行なわれている。

第2章は半導体検出器の出力パルスの波形解析について述べたものである。著者は先ず空乏層を誘電体とし窓とベースを両電極とする検出器容量を考え、空乏層内に発生した1対の電子と空孔によって電極上に拘束される電荷を求めている。この電荷は、外部回路に依存しない短絡成分と外部インピーダンスに依存するインピーダンス成分とからなり、両成分とも、電子と空孔が空乏層中の電場のなかを移動するにつれて変化し、外部回路に電流パルスを流す。短絡成分の変化による電流は強制電流と見なされる。このようにして導かれた強制電流を、1個の入射粒子によって空乏層内に作られる電子・空孔対の分布を重みとして積分すれば、検出器の発生する強制電流パルスが得られる。半導体検出器の等価回路はこの強制電流と検出器容量の並列接続である。著者はこの方法によって、負荷抵抗とその並列容量の種々の組合わせに対する出力波形を解析し、さらにこの解析法が十分よい精度を与えることを実験的に確かめている。最後に、増幅器の通過帯域を定める目的で、検出器出力パルスのエネルギースペクトルを計算によって求め、その主要部分が40 Mc 附近にまで広がっていることを明らかにしている。

第3章は半導体検出器の出力パルスを増幅するための高入力インピーダンス真空管増幅器の試作研究について述べたものである。放射線のエネルギーは電荷パルスの波高に比例する。従って増幅器は電流パルスを積分して電荷パルスを作り、微積分回路で整形する。エネルギー分解能を高めるためには初段真空管の格子電流雑音と散弾雑音を小さくし、整形回路の時定数を最適値に選ぶ。著者は検出器雑音が格子電流雑音よりかなり大であることに注目し、格子電流を小さくすることに拘泥せず相互コンダクタンスを高く選ぶ

のがよいとし、さらに整形回路の時定数を、等価雑音電荷が最小となるように選ぶのがよいと主張している。また積分回路の増幅器にカスコード回路とトランジロン回路の組合わせを用いて成功している。

第4章は低入力インピーダンス・トランジスタ増幅器の試作研究についての記述である。従来の半導体検出器用増幅器は入力電流パルスを直ちに積分しているため必然的に入力インピーダンスが高く、同軸ケーブルとの整合が困難であり、検出器パルスの立上り時間が長くなり、また検出器と増幅器の間のケーブルが長くなると出力パルスの振幅が著しく減少する。そこで著者は低入力インピーダンス増幅器が必要であると、電流パルス増幅、積分およびパルス巾伸長の3部から成るトランジスタ増幅器を試作した。第2章の結果により、電流パルス増幅には広帯域が必要であるから、著者は2SC288と2SA245を選んでいる。初段はベース接地とコレクタ接地の直結回路で、ベース抵抗への負帰還で入力インピーダンスを調節する。安定な高利得増幅を行なうためにトランジスタによるカスコード回路を開発し、積分回路やパルス増幅用の負帰還増幅回路には専らこれを用いている。試作器のテストの結果はほぼ期待された通りである。

附録ではトランジスタによるカスコード増幅回路の電流・電圧利得、入力・出力インピーダンスなどの式と、2SC288に対する数値例とが示されている。

論文審査の結果の要旨

半導体放射線検出器は種々の長所をもっているが、それらを活かすためには適当な増幅器が必要である。この論文は、半導体検出器に放射線が入射した際に発生するパルスの波形解析を基礎として、増幅器の最適設計の方法を導き、その有用性を試作によって実証したものであって、主な寄与は次の通りであると考えられる。

(1) 半導体検出器の出力パルスの波形解析の方法を示した。特に負荷抵抗が数百オーム以下の低い値をとる場合の波形はこの論文によってはじめて明らかにされた。

(2) 半導体検出器用高入力インピーダンス真空管増幅器の最適設計法として、整形回路の微積分時定数を、等価雑音電荷が最小となるように選ぶ方法を提案した。

(3) カスコード回路とトランジロン回路の組み合わせによって実用上非常に性能のすぐれた増幅器を設計試作した。

(4) 低入力インピーダンス増幅器の重要性を指摘し、試作研究によってその価値を実証した。

(5) 前項の試作研究において、負帰還によるインピーダンス整合、トランジスタカスコード回路など実用性に富んだ回路を考案した。

(6) トランジスタカスコード回路の周波数特性を明らかにした。

以上述べたように、この論文は半導体検出器の出力パルスの波形解析から増幅器の設計試作まで一貫して行なわれた系統的研究を記述したものであって、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。