

20p-6

SLOW-POSITRON FACILITY AT THE ETL -IMPROVEMENT OF THE TRANSPORT SYSTEM AND RESEARCH PROGRAMS-

Ryoichi SUZUKI, Toshiyuki OHDAIRA, Tetsuo YAMAZAKI, Tomohisa MIKADO, Hideaki OHGAKI, Yoshinori KOBAYASHI^A, Kawakatsu YAMADA, Mitsukuni CHIWAKI

Electrotechnical Laboratory
1-1-4 Umezono, Tsukuba-shi, Ibaraki 305

^ANational Institute of Materials and Chemical Research,
1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

ABSTRACT

An intense slow positron beam of low energy spread is required for positron lifetime spectroscopy with a variable-energy positron beam as well as TOF energy analysis of secondary emitted particles. In order to produce a monoenergetic positron beam with high intensity, we are now under developing a new positron beam line at the ETL linac facility.

電総研低速陽電子施設

—ビームライン改造計画と低速陽電子による物性研究—

1. はじめに

電総研では、電子リニアックの高エネルギー電子ビームを用いて高強度低速陽電子を発生し、このビームを利用して各種の物性実験などを行っている。しかし、現在の低速陽電子ビームの強度及び単色性は、高計数率のエネルギー可変陽電子寿命測定や高精度の二次放出粒子の飛行時間(TOF)測定の実験には十分でないため、単色性の高い陽電子ビームを効率良く発生できるように陽電子ビームラインを改造する予定である。

2. 電総研低速陽電子ビームラインの概要

高強度低速陽電子は、電子リニアックの約70MeVの高エネルギー電子ビームをタンタルコンバータに入射し、この時発生した高エネルギーの陽電子をタングステンのモデレータによって減速することによって発生する[1]。この低速陽電子は、約20mの真空ビームラインをヘルムホルツコイルによって試料チェンバーまで

輸送される。

現在は、この高強度低速陽電子ビームを短パルス化し、陽電子寿命測定やTOF測定による陽電子消滅励起オージェ電子分光・ポジトロニウム分光などの実験に用いている[2]。

電総研の電子リニアックは、陽電子の実験時には、通常、パルス幅1マイクロ秒で100ppsのパルス運転を行うが、陽電子の寿命測定やTOF測定にとってこのパルス幅は広すぎ、パルスレートは低すぎる。電子リニアックは1ナノ秒以下のパルス電子ビームを発生することは可能であるが、低エネルギーの陽電子では、陽電子を発生部から試料まで輸送してくる間にナノ秒の時間構造は失われてしまう。そこで、ビームラインの途中にリニアストレージセクションを設け[3]、電子ビームにより発生した1マイクロ秒の陽電子ビームのパルス幅をリニアックパルスの周期程度(10ミリ秒)に広げることにより、直流的な陽電子ビームを発生し、試料の直前で短パルス化して実験を行っている。

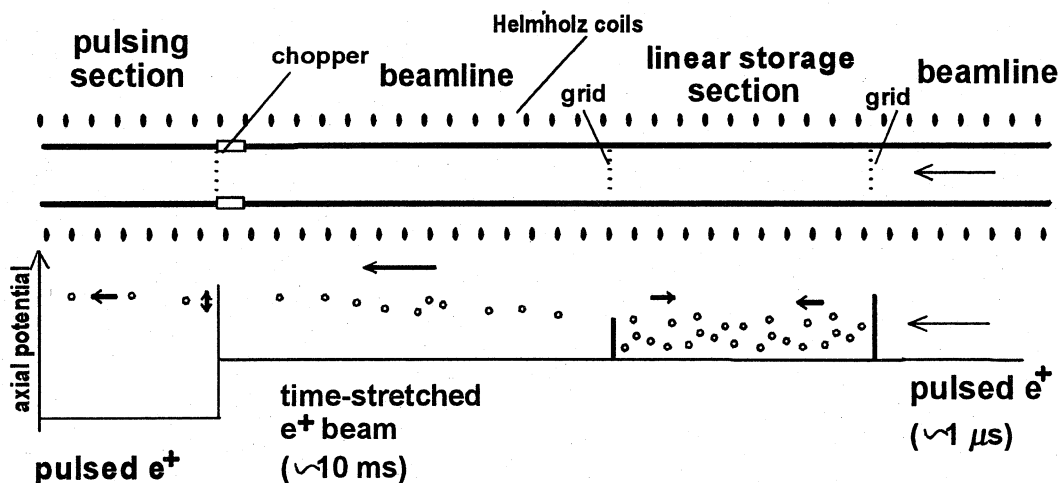


図1. 現在の陽電子ビームラインのリニアストレージ法

このビームラインでは、試料部において $10^7/s$ 以上の直流的な陽電子ビームを得ることができる。しかし、強度の高い陽電子ビームを得ようとすると、このビームのエネルギー幅が広くなり、陽電子寿命測定やTOF測定のためのビームとしては適さない。

現在のリニアストレージ部は、短パルス化装置の直前までビームラインが接地されているため、図1のようにリニアストレージ部の両端に電極をつけ出口電極の電位を変えることにより陽電子を徐々に引き出している。このため、陽電子のエネルギーの広がりはそのまま保存される。

したがって、モデレータ及びリニアストレージ部の電極の電位を上げればビームの強度は増加するが、エネルギーの単色性が悪化し、短パルスビームの発生が難しくなる。図2は、モデレータの電位が5Vでリニアストレージ部入口電極の電位が16Vと4Vの時の陽電子ビームのエネルギースペクトルである。この図のようにストレージ部入口電極の電位を下げれば単色性は高くなり陽電子寿命測定や飛行時間測定に適した陽電子ビームが得られるが、強度は1桁近く減少する。

3. 陽電子ビームラインの改造

このように、現在の陽電子ビームラインでは陽電子寿命測定などの実験を行う場合、陽電子ビームの強度を犠牲にして単色性を高める必要があり、発生した低速陽電子を有効に使っていない。この問題を解決するため、リニアストレージ部を図3のような構造に改造し、単色性の高い陽電子ビームの生成効率を高めようとしている。

この方法では、陽電子がリニアストレージ部のパイプに入った時にパイプ全体の電位をパイプの両側の電位以下に下げ、陽電子を閉じこめる。出口の電位を入口の電位より低くして、パイプの電位を徐々に上げていくことにより、陽電子を徐々に引き出すことができる。このようにすると、蓄積時間によらず引き出された陽電子の進行方向の速度はほぼ同じであり、陽電子のパルス化に適した陽電子ビームを作り出すことができる。

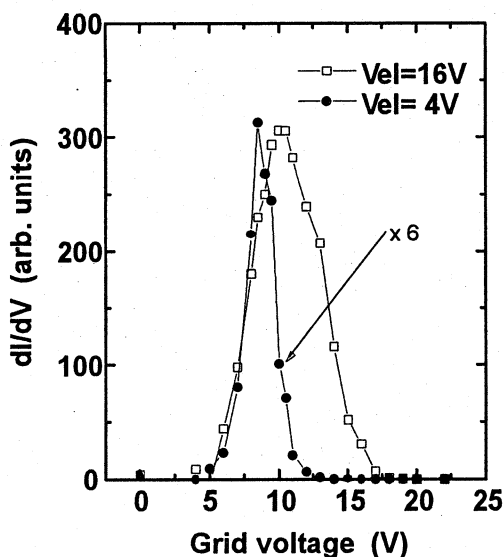


図2. リニアストレージ部の入口電極の電位が16Vと4Vの時の陽電子ビームのエネルギー分布.

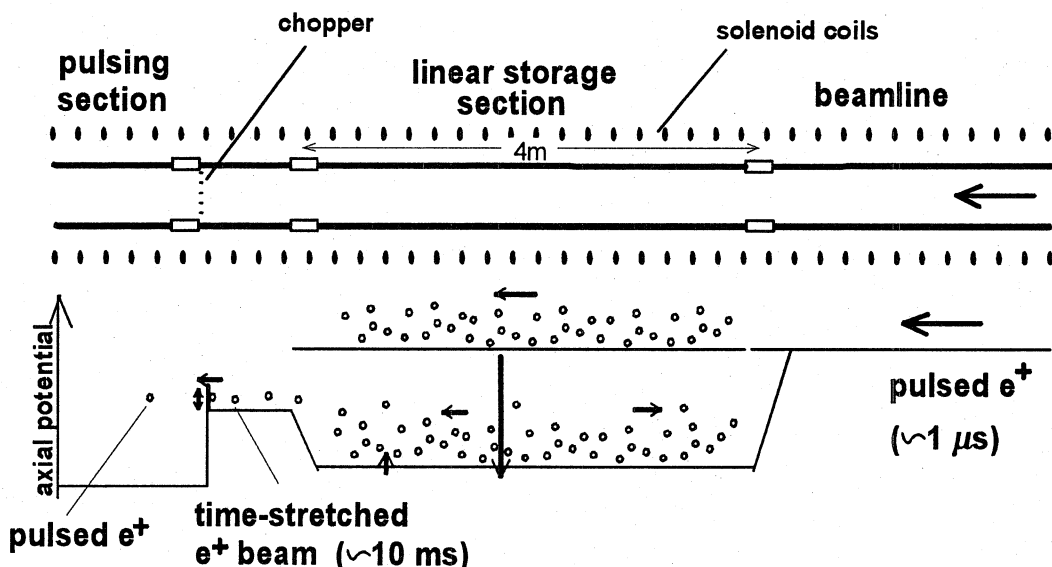


図3. 新陽電子ビームラインのリニアストレージ法.

また、現在は、図4のように、電子ビームを低エネルギー実験室に入射し、ここで発生したビームを隣の計測室まで輸送して測定しているが、この計測室は、ドアがなく室温を一定に保つことができず、計測器の精度を維持することが難しい。また、部屋が狭く、将来の実験のための装置をおくスペースも少ない。そこで、陽電子発生部を加速器室に移し、低エネルギー実験室でも計測できるようにする予定である。

4. 高強度単色陽電子ビームの利用

陽電子ビームの単色性が向上すれば、現在より低いエネルギーの短パルスビームを発生することができるようになり、陽電子寿命測定のエネギー可変範囲が広がるだけでなく、陽電子消滅励起オージェ電子分光やポジトロニウム分光などの測定範囲や分解能が向上し現在より高度な実験が行えるようになるであろうと考えられる。

さらに、単色性の高い陽電子ビームを用いれば、現在より短パルス化の効率を上げることができ、 10^5 cps以上の高計数率のエネギー可変陽電子寿命測定が可能になる。このような高計数率測定により、時間的に変化する物質や入射位置及び入射エネギーを走査することによる3次元走査型陽電子寿命測定などが実現できる。

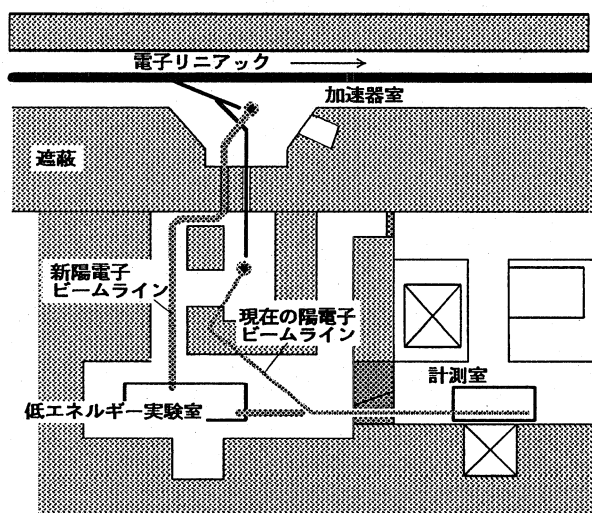


図4. 陽電子ビームライン概略図.

参考文献

- [1] 三角智久, 山崎鉄夫, 鈴木良一, 千脇光國, 冨増多喜夫, 千葉利信, 赤羽隆史, 塩谷巨弘, 谷川庄一郎: 放射線, 15(1988)78.
- [2] R.Suzuki, Y.Kobayashi, T.Mikado, H.Ohgaki, M. Chiwaki and T.Yamazaki: Proc. "9-th Symp. on Accelerator Science and Technology", Tsukuba, Japan, 1993, p.237.
- [3] T.Akahane, T.Chiba, N.Shiotani, S.Tanigawa, T. Mikado, R.Suzuki, M.Chiwaki, T.Yamazaki and T. Tomimasu: Appl. Phys. A 51 (1990) 146.