

Characteristics of the Scintillation of an alumina fluorescent plate

Y.Hosono, M.Nakazawa, T.Ueda
School of Engineering, University of Tokyo
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, 113-8656

Abstract

A scintillator for the beam monitor of a linear accelerator is described. The scintillator is an alumina fluorescent plate (AF995R, Desmarquest Co.), a ruby, and a white sapphire. Test measurements of the present scintillator have been made under the conditions of the accelerated charges of lower than 1.25nC/pulse and the pulse width ranging from 10ps to 10ns (FWHM). From the results of this experiment, the following can be concluded: (a) The rise time of the AF995R is less than 10ns. (b) The rise time of the ruby is less than 8ns. (c) The rise time of the white sapphire is about 260ns.

アルミナ蛍光板の発光特性

1. はじめに

アルミナ蛍光板(デマルケスト社、AF995R)は、リアルタイムかつ目視可能であり、pAオーダーの直流ビームから発光するため、イオン加速のビームモニターとして多用されてきた。このアルミナ蛍光板は、耐放射線性が極めて優れており、ライナックビームモニターとして極めて有効である。

その他の目視可能な加速器のビームモニターとしては、コルツやZns(Ag)等がある。前者は比較的放射線に強いが、照射をしていると発光強度の低下が起こる。また、ZnS(Ag)の場合もライナックビームに対しては、短時間で発光強度が低下してしまうという問題がある。

アルミナ蛍光板は、 Al_2O_3 に Cr_2O_3 を0.5%含んだものであり、その組成はルビーと等価な多結晶である。ビーム等の入射による発光波長は、693nmが中心波長となっている。同蛍光板は、ルビーと等価であることから、我々はこれを用いて陽子検出器や高速中性子検出器の開発を試みてきた。

しかし、同蛍光板の発光特性は、必ずしも明確でないことから、ライナックを用いて応答特性を測定してきたが[1,2,3]、本報告ではこれまでに得た知見を述べるとともに、単結晶の人工ルビーやサファイアの発光特性を求めた結果についても述べる。

なお、アルミナ蛍光板は、ライナック研究会をはじめ加速器の分野では「デマルケスト」と呼ばれている。しかし、これは会社名であることから本報では、アルミナ蛍光板と言う正式名称を用いている。

2. 実験

第1図にアルミナ蛍光板に1MeV陽子が1個入射した時の発光の概要を示す。第2図にエネルギーを変化させ場合の発光数を示す。陽子エネルギーが変化すると発光の数も変化する[4]。この測定は、光電

子増倍管に厚さ0.02mmのアルミナ蛍光板をマウントし、陽子エネルギーを変化させながら行った。ライナックビームによる発光は、第1図の発光が多数重なった状態と考えられる。

ライナックを用いた実験は、東大大学院工学系研究科附属原子力研究施設(東海村)に設置してある35MeV電子線加速器を用いて行った。発光特性測定に用いたアルミナ蛍光板は、厚さが1mmであった。

アルミナ蛍光板等は、ビームライン上に設置し、パルス電子線照射による発光をレンズとミラーを用いて、強烈な放射線の影響の無い場所に導いて測定した。発光測定は、PIN型シリコンフォトダイオードを用いて行った(S1722-06、浜松ホトニクス)。同PDは、端子間容量が逆バイアス100V時に約10pFであり、PDの立ち上がり時間は約6nSである。

PDで電気信号に変換された信号は、照射室から約10mのケーブルを通し、測定室内のオシロスコープ($f_c = 1\text{GHz}$)を用いて測定した。実験は、加速電流1.25nC/pulse以下、パルス幅10ピコ秒および10ナノ秒で行った。

アルミナ蛍光板に10nsパルス電子線を照射したときの測定結果を第3図に示す。同図には最初に高いパルスが観測されているが、これはアルミナ蛍光板をパルス電子線が通過する時に発生したチェレンコフ光である。本来の発光は、チェレンコフ光とともに一緒に立ち上がり、発光の立ち上がり時間は約10nS以下といえる。

次に単結晶のルビーの発光特性を第4図に示す。同測定は、極性が逆になっているが、これは信号の取り出し方法によるものである。単結晶のルビーは、アルミナ蛍光板に比べて光の透過性が良いという特徴がある。同図より明らかなように、ルビーの発光は約8nsで立ち上がっている。

第5図にwhiteサファイアにビームを照射した時の発光特性を示す。同サファイアは、 Al_2O_3 でありクロムは含有されていないとされている。その名称は、

製造会社（信光社）が付けたものである。同物質は、透明でありビームが通過するとピンク色の光を発する。なお、whiteサファイヤは、アルミナ蛍光板やルビーに比べて減衰時間が極めて短い。

同図から立ち上がり時間は、約260nsであることが分かる。

3. むすび

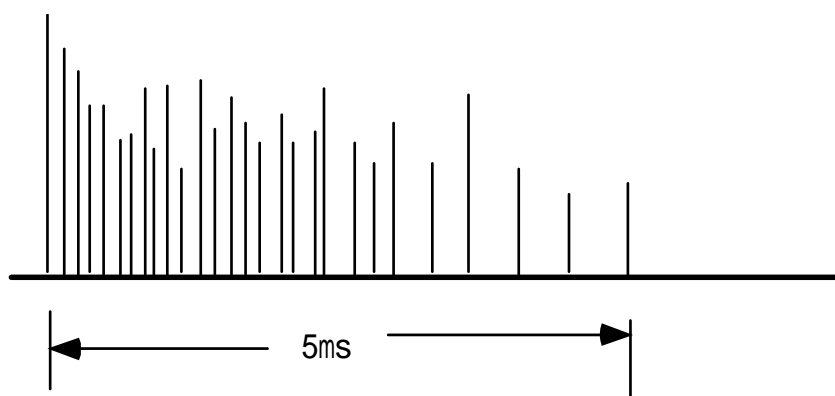
アルミナ蛍光板と単結晶ルビーは、発光物質が同じであり、立ち上がり時間が同一と考えられる。今回の結果は、入射電子線のパルス幅が異なっていたため違った立ち上がり時間となっているが、おそらく8ns以下と思われる。Whiteサファイヤの立ち上がり時間は約260nsであった。

ライナックビームを数十分照射し、ビームoff後の発光の減衰を測定すると、アルミナ蛍光板は約10分近くの発光が観測され、単結晶のルビーは約80秒間の発光が観測された。それに対しwhiteサファイヤの場合は、瞬時に減衰することが分かった。今後、これらの発光の解明を行う予定である。

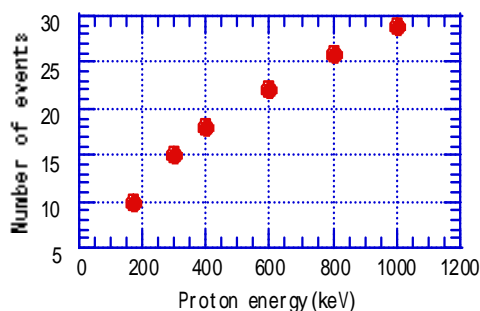
最後に、単結晶ルビーを製作して頂いた東洋大学工学部の勝亦氏に感謝致します。また、実験に際しご協力頂いた東大ライナックの吉井氏をはじめとする諸氏に感謝致します。

参考文献

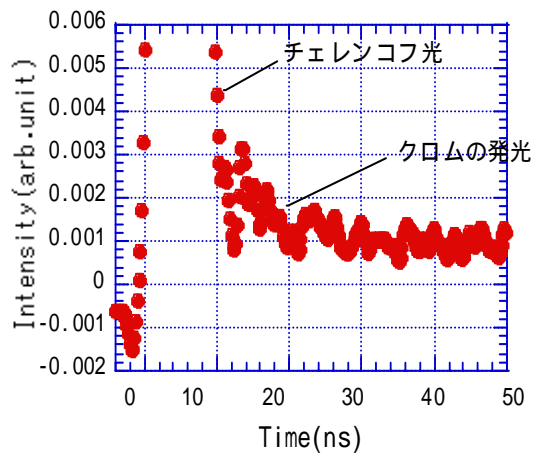
- (1)細野、二瓶、中沢： 中性子崩壊時に発生する陽子測定用低エネルギー陽子検出器の開発、第61回応用物理学会学術講演会、2000年度秋
- (2)細野、二瓶、中沢： 中性子崩壊時に発生する陽子測定用低エネルギー陽子検出器の開発、第62回応用物理学会学術講演2001年度秋
- (3)細野、中沢、上田、吉井：アルミナ蛍光板の発光特性、第27回ライナック研究会（2002年度）pp.344-346.
- (4)Y.Hosono,H.Nihei ,M.Nakazawa: Jpn.,J.,Appl.,Phys. Vo.43,No.6A (2004)pp.3582-3585



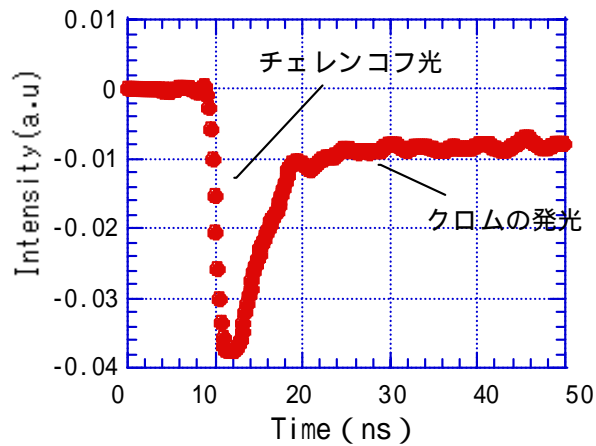
第1図 陽子1個の場合のアルミナ蛍光板の発光



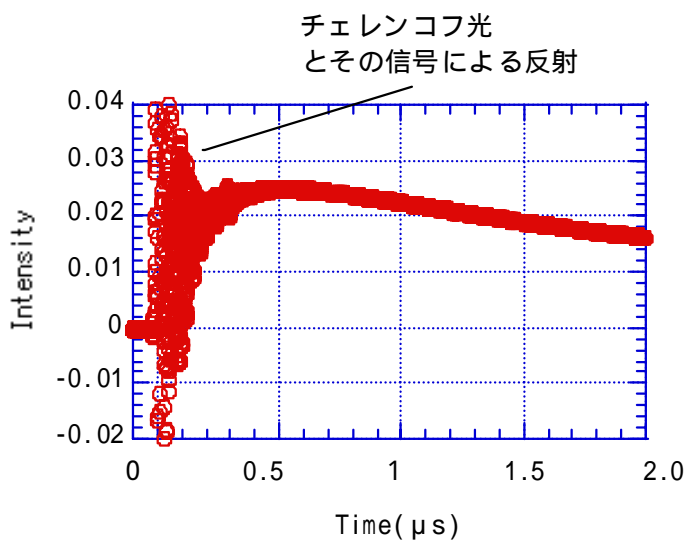
第2図 陽子の入射エネルギーに対する発光数



第3図 アルミナ蛍光板の発光特性



第4図 ルビーの発光特性



第5図 whiteサファイヤの発光特性