

第10回光学シンポジウム

X線光ファイバとその応用

渡辺正信・日高建彦・鈴木 功・斎藤則生  
西 師毅・三橋慶喜

電子技術総合研究所

〒305 茨城県新治郡治桜村梅園 1-1-4

石英の屈折率の実部は軟X線領域において1より小さい。したがって、これをクラッド材として用い、中空導波路を形成すれば、軟X線を導くことができる<sup>1,2)</sup>。

筆者らは透過率を定量的に求める実験を行ない、その曲げ角度(0~90°)および波長(25~75 Å)依存性を調べた。内径0.2mm、長さ229mmの中空石英ファイバにシンクロトン放射光を平面回折格子で分光して入射し、出射光をセラミックチャンネル型電子増倍管で測定した。曲げ角度 $\psi$ は入射光と出射光のなす角度として定義した。図1は透過率の曲げ角度依存性で、実測値と、石英の反射率のデータから計算した値を示した。傾向は同じで、 $\psi$ に対してはほぼ指数関数的に減少することがわかった。実測値が一様に低いのは、主として軸合せのずれによるものと考えられる。このずれを0.1°以内に抑えれば、90°曲げても1%近い透過率が可能である。一方、ミラーによる1回の反射で方向を90°変えるときの反射率は $3 \times 10^{-4}\%$ である。したがって、ファイバを使えば約4桁改善される。

30~75 Åの分光特性は割合フラットであり、この領域での使用に際して問題はない。また、酸素のK吸収端である23 Å付近を除けば、さらに短波長側でも使用可能と予想される。

応用としては、真空中でのほか、大気中で使用したい場合もある。その際に問題となるのは、表1に示したN<sub>2</sub>の透過率からわかるように、空気中での軟X線の透過率が非常に小さいことである。これを解決するために

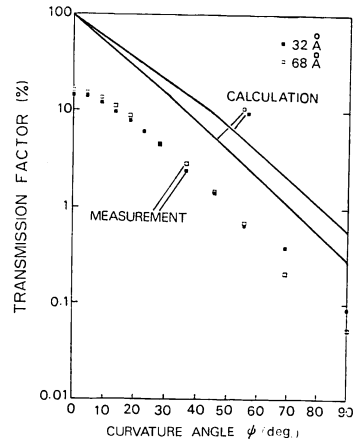


図1 ファイバの透過率と曲げ角度の関係

は方法が二つある。一つは、ファイバの両端を密閉して、内部を真空に保つことである。このためには、軟X線を十分に透過し、かつ1気圧に耐える窓材が必要である。表1に示したように、VYNS(ビニル系の重合体)、Al, Mylar(強化ポリエステルフィルム)等が使用可能である。もう一つの方法は、10 Å以下の短波長伝送の場合、H<sub>2</sub>, He等の軽いガスでファイバ内部を満たすことである。この場合は端面を密閉してもよいし、開放しておいて端面からガスが流れ出る形式でもよい。とくに後者の方法は、被照射物の蒸散による端面の曇り等の問題が起こらず、中空ファイバの特長をさらに生かすことができる。

電子蓄積リングを運転して下さった、電総研加速器グループの方々に感謝します。

文 献

- 1) T. Hidaka: Opt. Commun., 44 (1982) 90.
- 2) M. Watanabe, et al.: Appl. Phys. Lett., 45 (1984) 725.

表1 気体および固体薄膜のX線透過率(%) (気体は1気圧)

波長 (Å)	N <sub>2</sub> (1m)	He (1m)	Al (1 μm)	C (1 μm)	Polyimide (1 μm)	VYNS (0.5 μm)	Mylar (1 μm)
44.7							~62
31.6		$1.2 \times 10^{-7}$	2.4	0.28			
22.3		0.11	21	8.5		~20	
16.0		9.4	53	36		~40	
10.44		54	82	73	~80	~47	
5.73	$4 \times 10^{-19}$	92	61	95	~98		
2.78	0.46	99	93	99	~100		