

高エネルギーX線を集光する多段屈折レンズの性能向上と評価

○河原 大吾*1)

1. はじめに

非破壊検査の高エネルギーかつ高識別化の要求が高まっている。しかし従来のX線技術では高エネルギーX線には発生部位を大きくする必要があり、分解能が低下する。X線は極わずか1より小さな屈折率を持つため、理論上凹面レンズで集光して高分解能観察することができる^[1]。過去に都産技研が行った試作では丸棒へ連続孔加工を施して多段凹面レンズとしていたが、微小加工用工具の剛性の問題から凹面間距離の短縮が困難であり、透過X線量が不足していた。

本研究では、集光する透過X線量の増加を目的として多段凹面レンズを囲う方に改良を行い、性能評価を行った。

2. 実験方法

丸溝加工を施した板材の組み合わせとして、多段凹面レンズを設計した。レンズ材料にはアルミニウムを用いた。厚さ3.1、5.1mm、直径45mmの丸板に3.0、5.0mmの丸溝を施した(図1)。丸溝底における残り板厚は0.1mmとなる。これらを組み合わせて、多段凹面レンズとして用いた。

多段凹面レンズを用いて透過X線量の測定を行い、透過率を銅版および過去に試作したレンズの透過率と比較した。曲率 $R=3.0、5.0$ mmアルミニウムレンズをそれぞれ30、24枚重ねて透過X線量を測定した。

次に、X線エネルギーを変化させて、アルミニウムレンズによる集光効果を調べた。多段凹面レンズを通過したX線を用いてレンズ端からいくつかの距離で撮影を行い、感光幅を計測した。

3. 結果・考察

試作した多段凹面レンズについて、これまでの加工法で試作した多段凹面レンズの10~100倍の透過X線量が得られた。また、透過撮影に用いる付加ろ過板との比較では、ほぼ同程度の透過X線量であり透過撮影に十分な量のX線が得られた(図2)。

アルミニウムレンズの集光効果について、100kVより低いエネルギーにおいて、コリメーターのみの場合に比べて感光幅が狭くなり集光が確認された。集光の度合いはX線エネルギーが低いほど高かった(図3)。

4. まとめ

レンズ加工法の改善により透過撮影に必要な量の透過X線量が得られた。また、多段凹面レンズによる集光が確認された。残された課題として、①集光しないX線の低減、②焦点距離の短縮がある。これらに基づいて、実用化に向けた集光度の向上を行いたい。

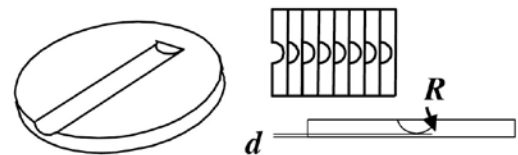


図1. 丸溝加工を施した板レンズ

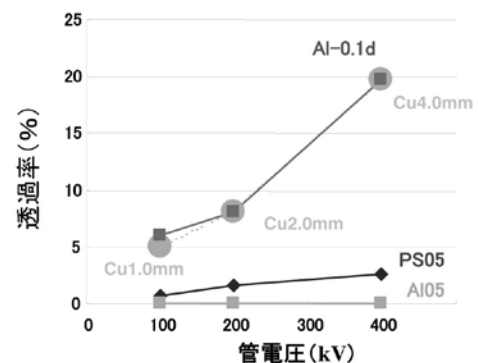


図2. 多段凹面レンズによる集光度評価

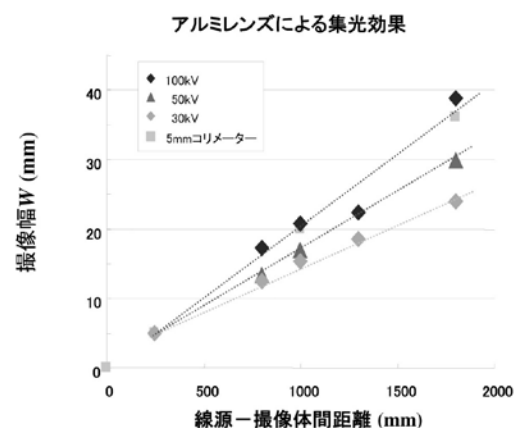


図3. 多段凹面レンズによる集光度評価

参考文献

[1] I.Snigireva, *Appl.Phys.Let.*, vol.74, p. 3924, 1999

*1) バイオ応用技術グループ