

高エネルギーX線を集光する多段屈折レンズ製作と実証

○河原 大吾^{*1)}

1. はじめに

非破壊検査における高エネルギー化・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線発生時にはX線発生部位のサイズ制限から分解能が低下する。X線はごくわずかに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できることが報告されている^[1]。過去に我々は丸棒へ連続孔加工を施して多段凹面レンズ試作を行ったが、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の加工法に改良を行い、性能評価を行った。

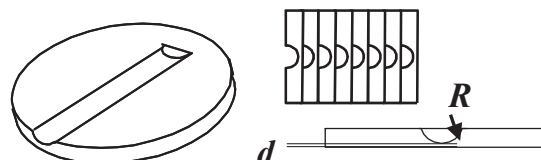


図1. 丸溝加工を施した板レンズ

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 (d) 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、5.0mm 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、アルミニウムレンズによる集光効果のレンズ数および曲率依存性を調べた。管電圧 100kV で発生させた X 線を用い、多段凹面レンズを通過させ、レンズ端から 1800mm の距離でイメージングプレートにより撮影を行った。撮像の感光幅を計測した。

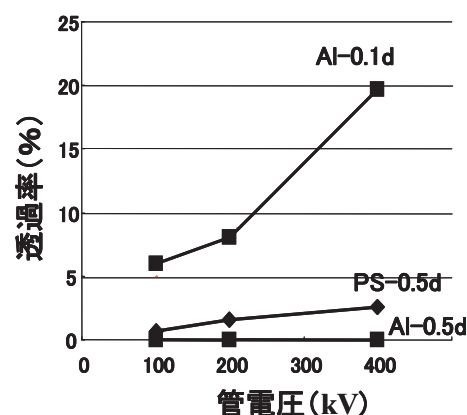


図2. 多段凹面レンズの透過 X 線量

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 (図 2)。

アルミニウムレンズの集光効果について、管電圧 100kV の X 線に対して距離 1800mm で約 4 割の集光が得られた。レンズ数が多いほど、またレンズ曲率が小さいほど集光度が高いことが確かめられた (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。

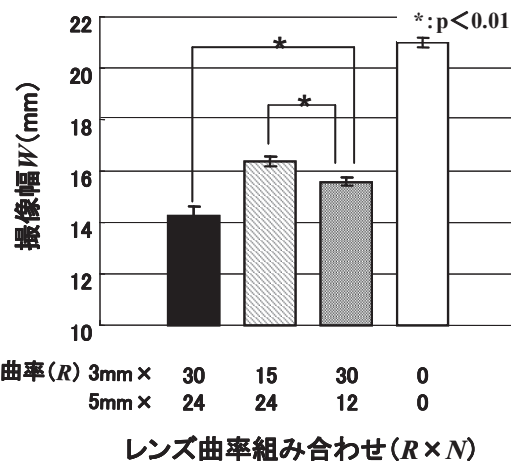


図3. 多段凹面レンズによる集光度評価

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