

スリットマスク冷却実験（１）

20-26, Feb 2001 Doi & Tokoku

実験

マスクの冷却実験を行い、冷却したときのマスクの面精度とスリットの位置や形状の変化の様子を測定した。

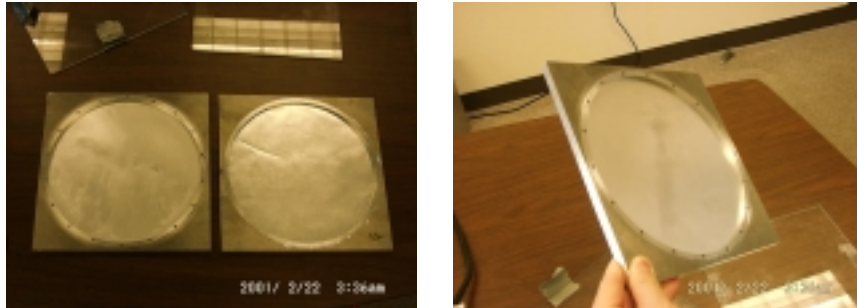


図 1 カセットにセットされたスリットマスク

実験方法

マスクの材質はアルミで、大きさは直径 180mm、厚みは 0.075mm と 0.025mm。三菱電機の放電加工機 FA10 でスリットを 100 本加工してもらったものを使用した（精製していないアルミのため、見ためボコボコ）。冷却したときの表面精度については、レーザセンサを XY モータに取りつけて、真空デューワーの窓越しに表面の高さを測定した。冷却したときのスリット穴の変形・位置のずれ具合は、望遠鏡にデジカメをとりつけて、マスクが冷却される経過を観察した。実験道具については土井さんに全て準備していただいた。今回はまだ実験手法が確立していないため、手動で測定する部分が多かった。

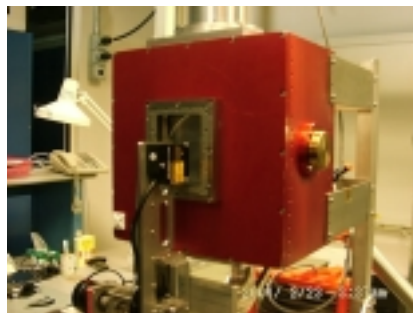


図 2 実験の様子

スリットの形状は、0.1mm×1mm で、隣のスリットとは 1mm 離れている（図 3）。



図 3 スリット

結果

冷却したときの面精度の変化

レーザセンサの測定精度は約 $10\mu\text{m}$ だった。マスクの適当な領域 $50\times 50\text{mm}$ について 5mm の格子間隔で、基準高さ（適当なゼロ点）からの高低差を測定した（粗い測定方法だが、今回は手動の測定だったので、それ以上細かい測定は難しかった）。常温 290K での表面精度は $\pm 0.10\text{mm}$ 、 200K まで冷却したときは $\pm 0.12\text{mm}$ 程度で、面精度もしくは面の高さが約 0.02mm 程度変わった。（これは焦点面位置の公差範囲内か？）

冷却したときのスリット穴の形状・位置の変化

厚さ 0.075mm の薄板について、常温、 200K 、 150K でのスリットの様子を図 4 に示す。 140K まで冷却してもスリットの形状はほとんど変わらなかったが、位置が 0.1mm ほどずれた。これは厚さ 0.025mm マスクについても同様に 0.1mm ほどずれた。

スリットの位置は、まず冷凍機のヘッドに近いほうに引っ張られ、全体が冷却されてくると少し戻る感じになった。 150K まで冷却してもスリット穴の形状はほとんど変わらなかった。マスクを押さえる磁石枠部分での滑りのために、マスクの固定は緩いと考えられる。

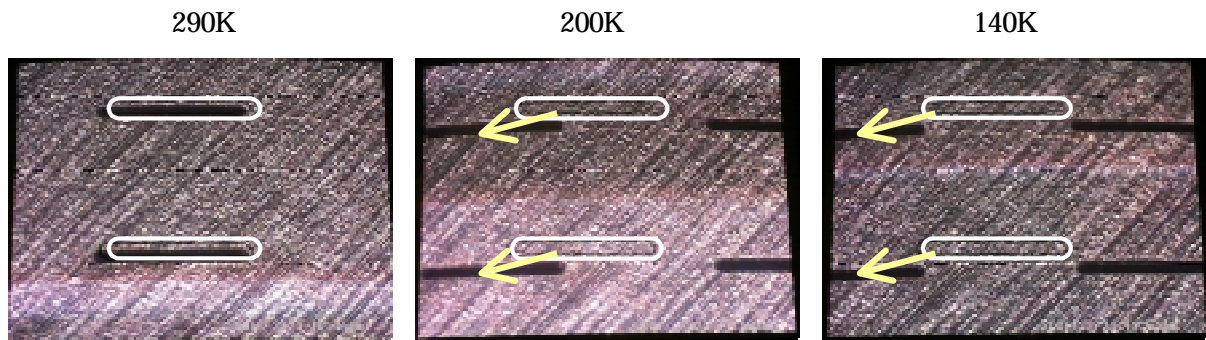


図 4 スリットの冷却実験（板厚 0.075mm 、白枠は、常温のときのスリット位置）

まとめとこれから

今回の実験は、アルミ薄板自体の表面精度が非常に悪かったため、実験方法の確立にとどまった。

150K まで冷却してもスリットの形状はほとんど変わらないことがわかったが、位置は 0.1mm 程度ずれることがわかった。これより、マスクは固定部からほぼ均等な緩い力で押さえられていると考えられる。スリットがあいていないマスクの場合は、マスク全体がほぼ真中にむかって相似的に収縮するが、いくつもスリットをあけたときに、スリットの各位置が見積値（スリットがないときの収縮具合から求めた値）とどの程度ずれてくるかを次回の実験で確認する。スリット 10 本のうち 3~5 個にしか星が入らないようでは困るので、少し慎重に、実験的に検討する必要がある。できればインバー薄板での冷却実験も同時に行っていく。アルミの枠にインバーのマスクを入れることはあまり問題ないと思っている。

実験の準備としては、

- 1) あらたにきれいな薄板にスリット加工をしてもらう（スリットをあける位置なども考慮する）
- 2) XY ステージを自動制御して、各ポイントでセンサの値を読み込むような実験システムをつくる
- 3) 他のマスク材質も試す
- 4) 冷凍機の第 2 段と同じ温度まで冷却したときの変形・変位を測定してみる

など。