

北海道大学工学部 ○清水義幸, 高谷裕浩, 三好隆志, 斎藤勝政

1. 結 論

電子計算機用磁気ディスク、レーザ加工用反射鏡などに代表されるオプトエレクトロニクス部品の表面は、単結晶ダイヤモンド工具によって仕上げられている。また、高精度の加工を行うには、加工機械から工作物をはずさず測定する必要がある。そこで本報では、フラウンホファー回折像の強度分布を利用して、ダイヤモンドバイトによってnmオーダーに切削された磁気ディスク基盤の表面粗さをオンマシンで計測し、加工面性状を評価したので、その結果を報告する。

2. 測定方法

本実験では、受光素子としてCCDカメラを用いてフラウンホファー回折像の強度分布を測定した。また、nmオーダーの表面粗さを持つダイヤモンド切削面から反射される0次回折光と1次回折光との差は非常に大きいので、同時に測定を可能にするために、0次項減少フィルターを挿入した。

図1にオンマシン計測システムの概略図を、図2にその写真を示す。He-Neレーザから発射されたレーザ光はNDフィルターで弱められ、ミラー、ハーフミラーによって直角に曲げられて試料に照射する。試料で反射されたレーザ光は、ハーフミラーを通してフーリエ変換レンズによってCCDカメラの素子面上にフラウンホファー回折像を結像する。CCDカメラはCCDカメラ電源ユニットから同期信号を受け取り、走査を行って出力信号がCCD電源ユニットに返される。この信号がイメージPCでA/D変換され、8ビットのデジタル信号となってメモリに格納される。記憶されたメモリデータは、PC9801からの信号によって出力信号としてPC9801に送られ、処理される。その処理の際、0次回折光強度 I_0 、1次回折光強度 I_1 を探索し、次式で表されるフラウンホファー回折粗さ(F. D. R.)を算出する。

$$F. D. R. = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{3}{2} \frac{I_1}{I_0 + I_1}} \quad (\text{但し、}\lambda\text{はレーザ光の波長})$$

一方、低速回転時(1800rpm未満)には、試料の位置を検出、制御してやるためにロータリーエンコーダと制御回路を装着した。

このシステムでは、2秒以内に1箇所の測定が完了する。

また、実験中は装置全体に透明なカバーを掛けてホコリを避けたが、外乱光などの他の条件は、できるだけ実際の加工条件に近づけた。

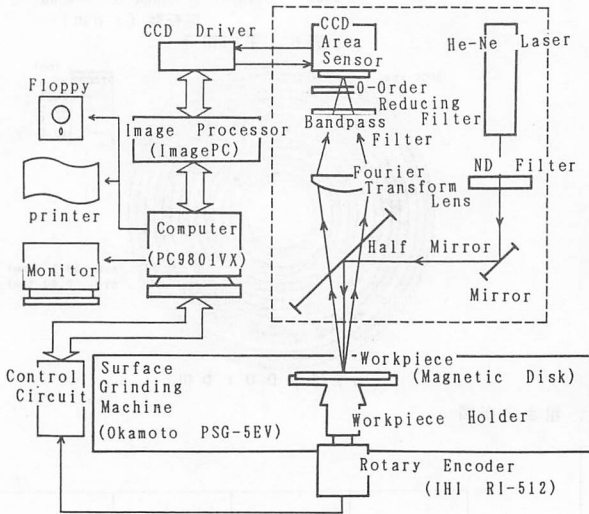


図1. 計測システム概略図



図2. 実験装置の写真

3. 実験結果

今回の実験に使用した試料は、外径130mm、内径40mm公称粗さ20nm(試料1)と、半径56mm、公称粗さ8nm(試料2)の磁気ディスク基盤である。また、行った実験の回転数は1800rpm~4000rpmである。

図3に試料1の静止状態における回折光の強度分布を示す。中央のピークが0次回折光、その両側に対称に現れているピークが1次回折光である。図4、5、6に試料1の回転数別の0次回折光強度、1次回折光強度、F. D. R.を示す。但し、図4、5に於ける対比強度とは、静止状態での回折光強度に対する各回転数での回折光強

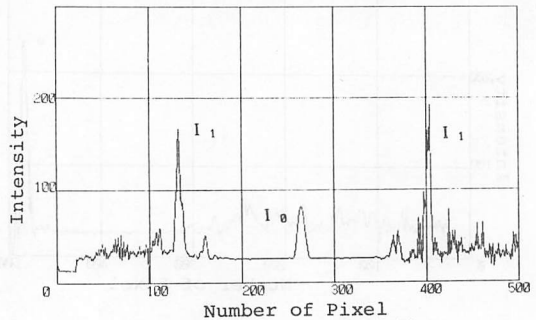


図3. 回折光強度分布図1

度の比である。また、数値は試料を2mm間隔で14周測定し、その平均をとったものである。図4、5からわかるように、回転時には0次回折光強度、1次回折光強度とも静止時に比べて小さくなっている。このことから回転の影響がでていることは否定できない。しかし図6より、F. D. R. にはあまり変化がなく公称粗さに近い値となっている。これは粗さの理論式が回折光の強度のみに依存しているために粗さの値自体には大きな影響を及ぼさなかったためと考えられる。図7(a)、(b)に、それぞれ静止状態と3000rpmに於て測定した粗さの分布図を示す。両方の図から試料1は全面に於て一様な分布をしていることがわかる。

図8に試料2の回折光強度分布を示す。この図に於て、0次回折光(右端のピーク)の左側に現れるべき1次回折光が確認できない。図9に、以前に計測した試料2と同じ公称粗さ8nmを持つ試料3の回折光強度分布を示す。試料3の場合にははっきりと1次回折光が確認できる。この理由として、試料2は(1)Rバイトによる切削のため粗さの形状が三角波周期関数になっていない、(2)うねりが大きいということが考えられる。したがって、試料2は本方法による計測では不相当であると思われる。

4. 結論

nmオーダーの切削面粗さを、高速回転中にも誤差1nm以内で高精度に測定することができた。また、切削工具の形状の違いによる面性状の違いを認識できた。

◇参考文献◇

清水, 高谷, 三好, 斎藤 ; Fraunhofer回折像による超精密加工面性状の測定評価に関する研究(1989年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集)

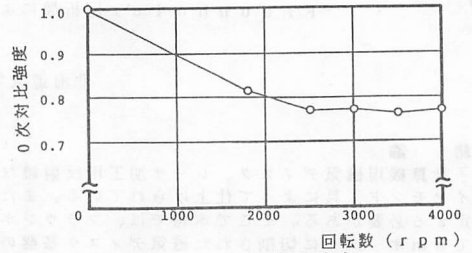


図4. 0次回折光強度

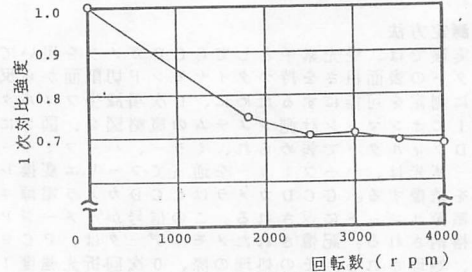


図5. 1次回折光強度

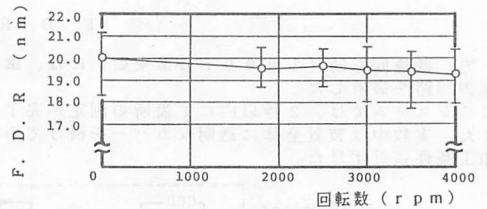
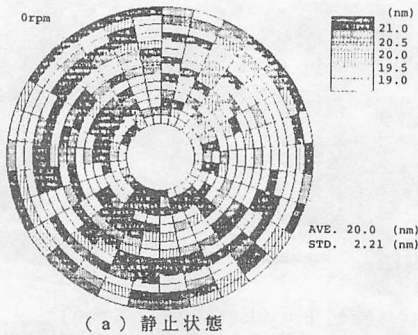
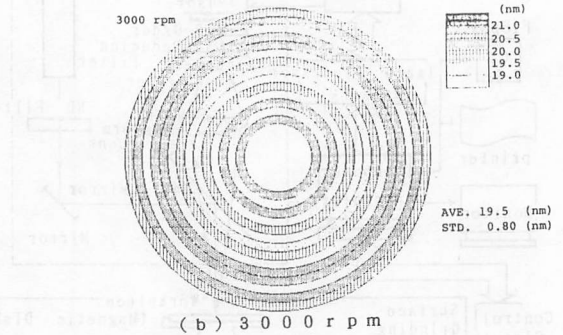


図6. 平均粗さ



(a) 静止状態



(b) 3000 rpm

図7. 粗さ分布図

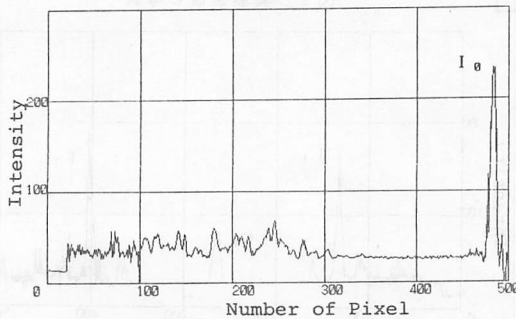


図8. 回折光強度分布図2

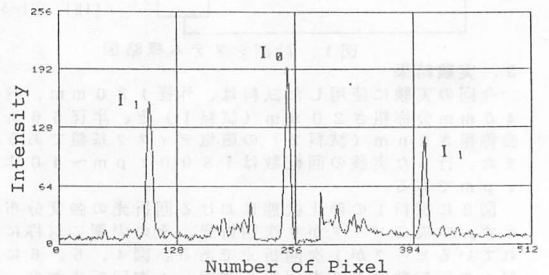


図9. 回折光強度分布図3