

シュリンクフィッタを用いた
超精密接合法の基礎的研究
(課題番号 08650168)

平成8年度～

平成9年度文部省科学研究費補助金 [基盤研究(C)]
研究成果報告書
平成10年3月

研究代表者 新田 勇
(新潟大学大学院自然科学研究科)

はしがき

平成8～9年度にわたり文部省科学研究費補助金の交付を受けて行った表記研究課題の基盤研究(C)では、今後ますます重要となるアルミポリゴンミラーとSiC空気動圧軸受の超精密接合にシュリンクフィッタを適用することについて検討した。レーザープリンターや、コピー機などでは高速性と解像度の向上が望まれている。これらを改善するには、レーザーキャナーと呼ばれるポリゴンミラーの回転精度を向上させることがキーテクノロジーとなる。ポリゴンミラーは、SiC空気動圧軸受に接合される。SiC空気動圧軸受自体は、超精密部品であり、単体での回転精度はかなり高い。一方でアルミポリゴンミラーも超精密部品である。しかしながら、この二つの部品を用いたからといって、超精密なレーザーキャナーは作れない。二つの部品を超精密に接合する技術が必要である。それが、シュリンクフィッタを用いた超精密接合技術である。

従来の接合技術では、ばね止やねじ止を用いていた。ねじ止は、下穴を開ける必要があるため、接合工程がかなり複雑になっていた。さらに、ねじの締付けの際に、トルク管理と熟練を要し大量生産には向いていなかった。接合後には、通常の使用温度の変化により熱応力が発生し、ポリゴンミラーの反射面の形状が経年変化的に変わり、初期の性能を発揮しなくなる問題もある。経年変化の一因は、遠心力もある。ねじ止やばね止では接合面が遠心力方向に平行であるので、遠心力により接合面がすべることになる。本研究では、上記のような問題をシュリンクフィッタを用いることで解決しようとした。

2年間の研究を通して、我々が独自に開発した締めばめ用シュリンクフィッタをアルミポリゴンミラーとSiC空気動圧軸受の接合に用いて、接合精度と接合工程について検討した。

以下に、その主要な成果のみを取りまとめて報告する。

研究代表者 新田 勇

研究組織

研究代表者 新田 勇 新潟大学大学院自然科学研究科助教授

研究分担者 原 利昭 新潟大学工学部機械システム工学科教授

研究経費

平成8年度 1, 300千円

平成9年度 900千円

計 2, 200千円

研究発表

【1】学会誌等

- [1] 菅野明宏, 新田 勇,
シュリンクフィッタを用いたレーザースキャナーの高精度化,
新潟大学大学院自然科学研究科修士論文, 全72ページ,
1998. 2

【2】口頭発表

- [1] 新田 勇, 菅野明宏
シュリンクフィッタを用いたポリゴンミラーの超精密接合
(接合面の真円度がミラー面に及ぼす影響)
1997年度精密工学会春季大会(埼玉), 1997年3月26日
- [2] 新田 勇, 菅野明宏
シュリンクフィッタを用いたポリゴンミラーの超精密接合
(接合面のうねりがミラー反射面に及ぼす影響)
日本機械学会第74期通常総会(東京), 1997年3月29日
- [3] 新田 勇, 菅野明宏, 小俣公夫
シュリンクフィッタを用いた走査用レンズの新接合法
日本機械学会北陸信越支部100周年記念講演会(金沢), 1997年9月26日

研究成果

(1) 研究目的

本研究の目的は、まず第一に、申請者が考案したシュリンクフィッタを用いて、ポリゴンミラーをセラミックス動圧空気軸受に超高精度に接合する技術を確立することである。ポリゴンミラーは現行技術でも接合できるが、接合後の超精密仕上げ加工無しにはミラー面の超高精度を保証するのが困難で大量生産には向かない。しかも、温度変化の影響を敏感に受ける。本研究で提唱する接合法を用いれば現行接合技術よりも簡便にしかも高精度・高信頼性を保証して接合することが可能であると考えられる。

研究の背景 世の中ではマルチメディア化に向かって進んでいるが、今までになく莫大な情報量の伝送を行うことを意味している。データの入出力部や磁気記録部に着目すると、機械技術者でなければ解決できない問題が存在する。たとえば、レーザープリンターのポリゴンミラーやハードディスクやVTR等の回転系である。これらは超高速に尚且つ超高精度に回転しなければならない。今後説明の都合で、ポリゴンミラーを例にあげる。従来ポリゴンミラーは玉軸受により支持されていたが、高速回転に伴う振動が防止できないので空気動圧軸受にとって変わられている。これによりミラーを超高速で回転させる技術は確立されたといつてよい。ポリゴンミラーと軸受部分の概略説明する。ミラーはアルミ製であり、空気軸受はSiC製である。ミラー駆動モーターから発生した熱が接合部に伝わると、アルミとSiCの熱膨張係数が大幅に異なるため接合部はゆるむ。ミラー反射面の許容平面度は約百nmと超高精度である必要があるが、接合部のゆるみの為許容範囲を越える程歪み、使用できなくなる。超高精密な機械部品を使用しても、適切な接合法が存在しないためにトータルとして性能が向上しないのである。申請者は、これまでセラミックスと金属の高温下での締めばめの安定化を目的に、シュリンクフィッタという新しい機械要素を考案しそれについての研究を行ってきた。今までの基礎実験でシュリンクフィッタを用いれば、上記問題を解決することが可能であると期待できる。

(2) 研究方法および成果の概要

アルミ製のポリゴンミラーとSiC空気動圧軸受を超高精密接合するためにシュリンクフィッタを用いた。従来の接合技術であるネジ止法やバネ止法を用いると、運転時モーターからの発熱により温度上昇が生じるとミラー反射面がゆがむことは避けられない。シュリンクフィッタを用いれば、温度上昇によるミラー反射面のゆがみの問題は解決される。また、締めばめ接合であることより心出し精度が極めて良好である。昨年度は、温度変化が起きても

ミラー反射面の変形が100mmの許容平面度以内におさまるように数値計算を用いてシュリンクフィッタの寸法を計算した。その計算に基づき、試験片を用意して実験を行った。

ポリゴンミラーは、シュリンクフィッタで接合後、二次加工を行って反射面の平面度を許容値以内にしなければならぬ。本年度は、この二次加工を省略するために、ポリゴンミラーの最適形状を数値計算により探索した。すなわち、回転中に遠心力でポリゴンミラーの反射面は外側に変形するが、変形した後に反射面の平面度が許容値以内に収まるように、ポリゴンミラーの形状を変化させた。およそ30～40種類の形状をしらみつぶしに当たった結果、2～3の形状で回転中の反射面の平面度を許容値以内に収めることができた（機械学会論文集投降中）。さらに、接合面の真円度がミラー反射面に及ぼす影響も検討した。6個の試験片を用意し、それぞれの真円度を測定した。測定した真円度データを基にして、接合した場合のミラー反射面の形状を数値計算により求めた。その後、試験片を締め付け接合し、レーザー干渉計ZYZOを用いてミラー反射面の平面度を実測した。計算値と実測値を比較した結果比較的良好な一致を見た。これらより、真円度の影響を明らかにすることが出来た（機械学会論文集掲載決定）。しかしながら、もし真円度が0であっても、それだけでは二次加工を省略することは出来ないことも明らかになった。

今後の課題

本研究により、シュリンクフィッタを使用することで、アルミポリゴンミラーをSiC空気動圧軸受の超精密接合が可能になることが確認された。しかしながら、レーザースキャナーには更なる小型化と高速化が求められている。また、接合面の形状誤差がミラー反射面に及ぼす影響も課題が残されている。

今後は、小型高精度化が求められているポリゴンミラーにおいてシュリンクフィッタを用いた超精密接合を実現すべく、接合面の形状誤差の問題を検討していく計画である。

謝辞

本研究を遂行する上で、多くの皆様にご協力を頂きました。特に工学部機械工場の白井健司技官には、試験装置の改良や試験片製作を快く引く受けていただきました。

最後に、財政的なご支援を頂いた文部省に謝意を表します。

添付論文

本研究の概要説明のため次の論文等を以下に記載する.

- [1] 菅野明宏, 新田 勇,
シュリンクフィッタを用いたレーザースキャナーの高精度化,
新潟大学大学院自然科学研究科修士論文, 全72ページ,
1998. 2
- [2] 新田 勇, 菅野明宏, 小俣公夫
シュリンクフィッタを用いたポリゴンミラーの超精密接合
(接合面の真円度がミラー反射面に及ぼす影響)
日本機械学会論文集, 1998年4月号掲載決定.