

- 高機能性デバイスに関する研究 -
 - 超磁歪アクチュエータの発熱対策に関する研究 -

安 英徳* 小石川 勝男*
 浅野 健治*

1. はじめに

産学官の共同研究である、地域コンソーシアム研究開発事業において、超加工機を開発している。この加工機の目標は、シリコンウエハの鏡面加工を粗加工から仕上げまで研削で行う、一環加工にある。

この加工法は、超磁歪を用いたアクチュエータによりナノ精度の微小送をすることで可能になる。また、表面形状の平坦度精度を高めるために、ウエハへの砥石の角度を調整する姿勢制御装置にも超磁歪アクチュエータを使用する。

超歪アクチュエータの特徴として、高速な応答と大きな出力が上げられる。位置決めとして使用される今回はさらに、高精度の変異量が要求される。しかし、アクチュエータとして使用した場合に、コイルから発生する熱により超磁歪材料が熱膨張し磁界による変位のほかに、熱膨張による変位が加わり位置決めとしての精度を著しく低下させる。

このため、コイルから発生した熱を冷却することにより熱膨張を防がなければならない。今回は、空気冷却を行いアクチュエータへの影響を実験した。

2. 実験方法

実験用アクチュエータを用意し、電力が6Wになるように電流を流し、超磁歪材料の温度を測定する。空気による冷却は、図1に示すとおり、超磁歪材料とコイルとの間に20l/minの空気を流す内部冷却、アクチュエータに直接5m/sの空気を当てた外部冷却、内部冷却と外部冷却の両方を行う3通りでおこなった。

温度は、熱伝対により超磁歪材料の上部を測定。コイルについては、抵抗値測定から温度を算出した。

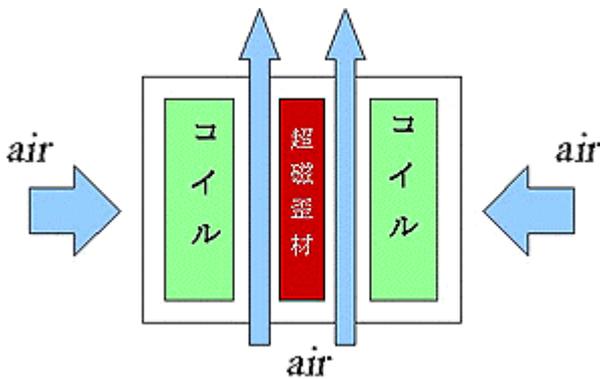


図1 実験方法

3. 実験結果

実験によるコイル及び超磁歪材料の温度上昇は、表1に示す結果となった。

空気による冷却を行わないと60分の時間経過後も温度上昇が続き、空気による冷却の必要性が確認された。

内部からの空気冷却では、60分で超磁歪材料上部で25℃、コイルで31℃の温度上昇が見られ、超磁歪上部では温度上昇が無くなったが、コイルでは温度上昇がおさまらなかった。

外部からの空気冷却では、40分程度で超磁歪材料が17℃、コイルが21℃、温度上昇が止まった。

内部、外部の両方からの空気冷却においては、30分程度で超磁歪材料上部が11℃、コイルが17℃で温度上昇が止まった。

表1 コイル、超磁歪材料の上昇温度

min	冷却なし			内・外部冷却		外部冷却		内部冷却	
	コイル	コイル	超磁歪材	コイル	超磁歪材	コイル	超磁歪材	コイル	超磁歪材
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	2.9	2.4	0.5	1.1	1.6	2.1	0.4		
2	5.2	4.3	1.1	3.3	1.8	4.3	1.1		
3	7.3	5.9	2.1	5.1	2.9	6.2	2.3		
4	9.7	7.3	3.2	6.7	4.2	7.7	3.6		
5	10.3	8.6	4.1	8.0	5.0	9.1	4.7		
7	13.2	10.5	5.8	10.4	6.9	11.8	6.9		
10	17.2	12.6	7.5	13.1	9.6	15.1	9.6		
15	23.2	14.7	9.5	16.2	12.6	19.5	13.5		
20	28.0	15.8	10.4	18.3	14.5	22.6	16.4		
30	35.7	16.8	11.1	20.3	16.4	26.8	20.3		
40	41.5	17.1	11.6	21.5	17.4	29.3	22.6		
50	45.4	17.1	11.6	21.6	17.5	30.5	23.9		
60	48.4			21.8	17.6	31.6	24.7		

4. 考察

実験結果により、空気による冷却でも効果があることが実証された。特に、外部に空気を流すことにより内部よりも高い効果が得られた。これは、内部に流れる空気の量が十分でなかったと考えられる。

また、内部の狭い箇所を流れるために圧縮が起こり空気温度自体が上昇し、冷却効果が低下したと思われる。

5. まとめ

今回の実験に使用したアクチュエータは実験用であり、超加工機搭載用のアクチュエータとは仕様が異なる。しかし、何らかの冷却を行わないと超磁歪材料が熱膨張をおこし、位置決めに対してかなりの悪影響を及ぼすことがわかった。

今後の課題として、供給空気量・空気温度によっても冷却効果が変わることが考えられる。次回は、この点についても報告したい。