

MemsONE による解析事例

平成21年2月28日

千葉工業大学
工学部電気電子情報工学科

1. 共振型加速度センサの共振モード解析

検討した共振型加速度センサを図 1 に示す。

この構造において、低い方から 3 つの共振モードの解析を行った。なお、解析では簡単のために櫛歯電極は省略した。

各モードの共振パターンと共振周波数を求めた。

シミュレーション結果を表 1 に示す。

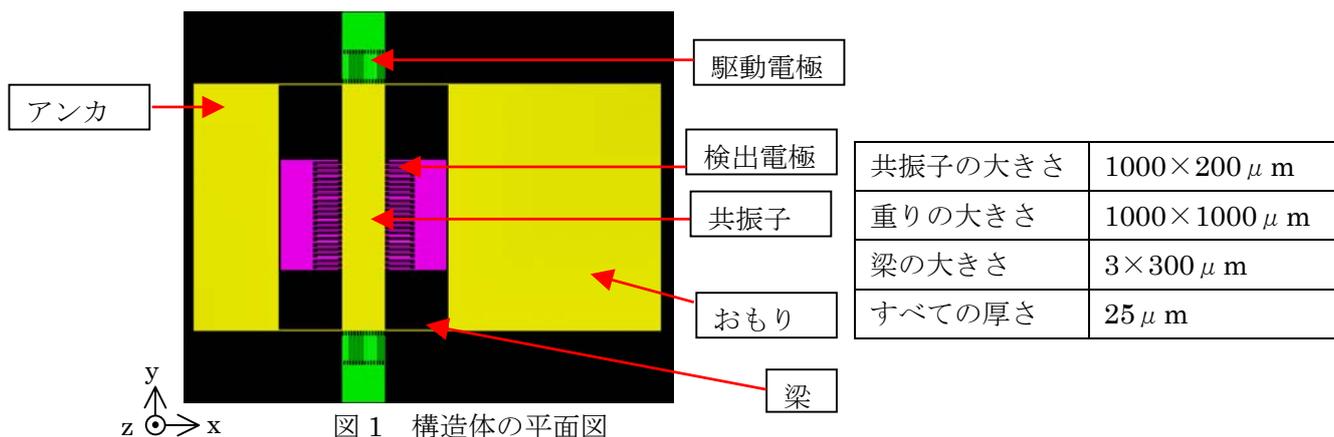
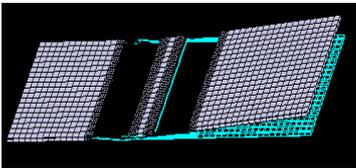
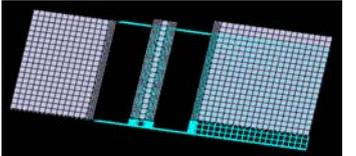
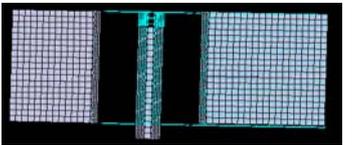


表 1 共振加速度センサのシミュレーション結果

<p>第一次共振モード 1225Hz</p>	
<p>第二次共振モード 3692Hz</p>	
<p>第三次共振モード 6015Hz</p>	

この構造において各共振周波数比は 2 倍以上とることができた。

2. 共振型加速度センサの共振周波数加速度依存性の解析

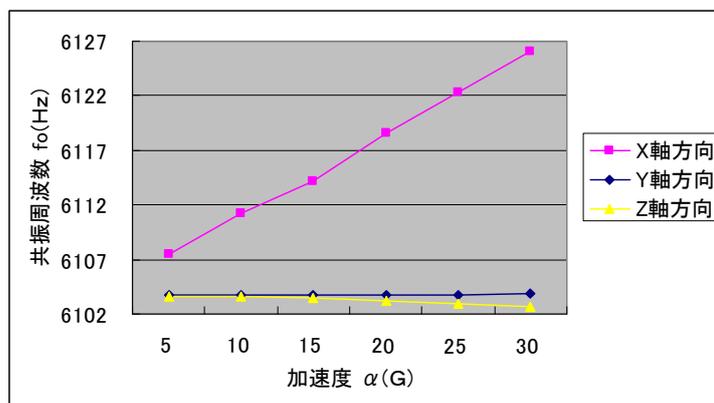
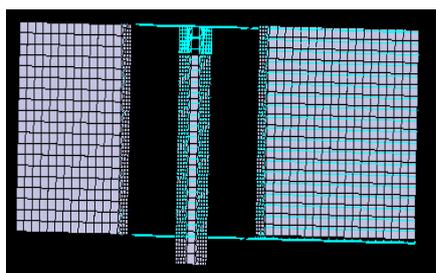
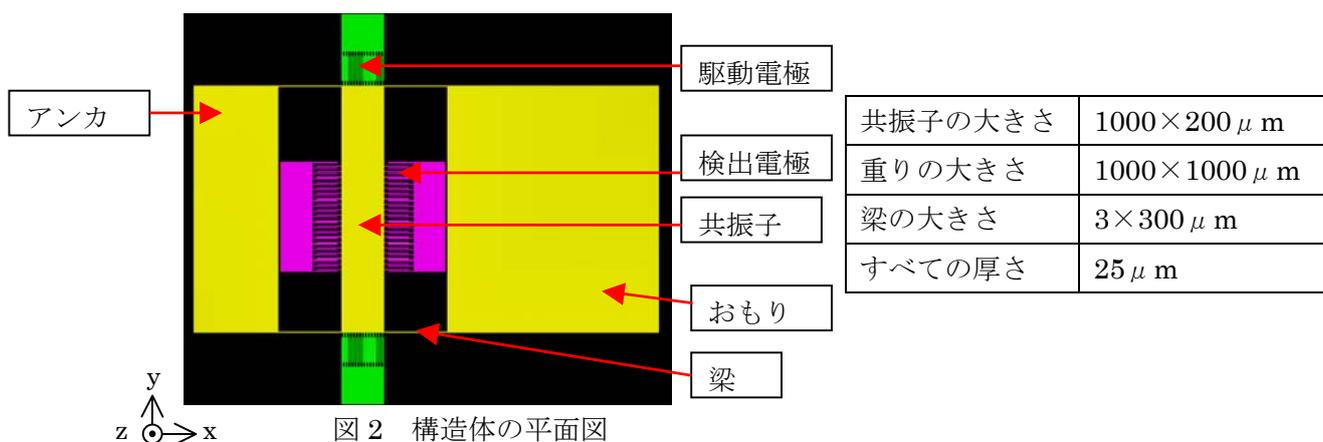
検討した共振型加速度センサを図 2 に示す。

この構造において、X 軸、Y 軸、Z 軸のそれぞれに加速度を印加した時の共振モード解析の解析を行った。なお、解析では簡単のために櫛歯電極は省略した。

第 3 次共振モード (図 3) の共振パターンと共振周波数を求めた。

解析には、他の FEM シミュレータを用いた。

シミュレーション結果を図 4 に示す。



Y 軸、Z 軸方向の加速度には、第 3 次モードの共振周波数はほとんど変化させずに、X 軸方向の加速度に対して、線形的に変化させることができた。

3. 振動ジャイロの共振モード解析の検討

検討した振動ジャイロの構造を図 5 に示す。

この構造において、低い方から 3 つの共振モードの解析を行った。なお、解析では簡単のために櫛歯電極は省略した。

各モードの共振パターンと共振周波数を求めた。

シミュレーション結果を表 1 に示す。

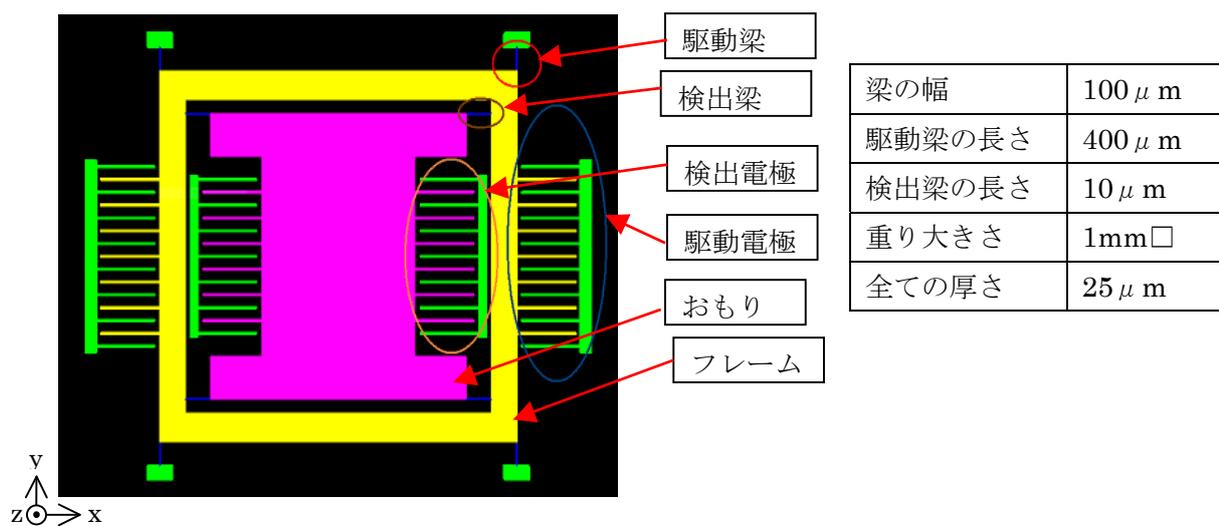
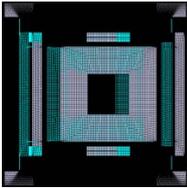
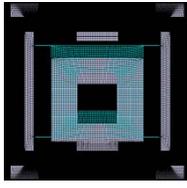
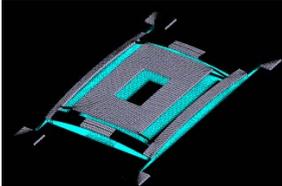


図 5 構造体の平面図

表 2 振動ジャイロのシミュレーション結果

<p>第一次共振モード 6417Hz</p>	
<p>第二次共振モード 6482Hz</p>	
<p>第二次共振モード 17420Hz</p>	

この構造において、第一次共振モードと第二次共振モードの共振周波数の合わせこみができた。

4. 振動ジャイロにおけるコリオリ共振振幅の角速度依存性の解析

検討した振動ジャイロの構造を図 6 に示す。

この構造において、低い方から 3 つの共振モードの解析を行った。なお、解析では簡単のために楯歯電極は省略した。

おもりを $\sin(\omega_0 t)$ の力で X 軸方向に振動させ、Z 軸方向の角速度印加時のおもりの Y 方向振動の振幅を調べた。Q 値は 50、100、200 で行った。

解析には他のシミュレータを使用した。

シミュレーション結果を図 7 に示す。

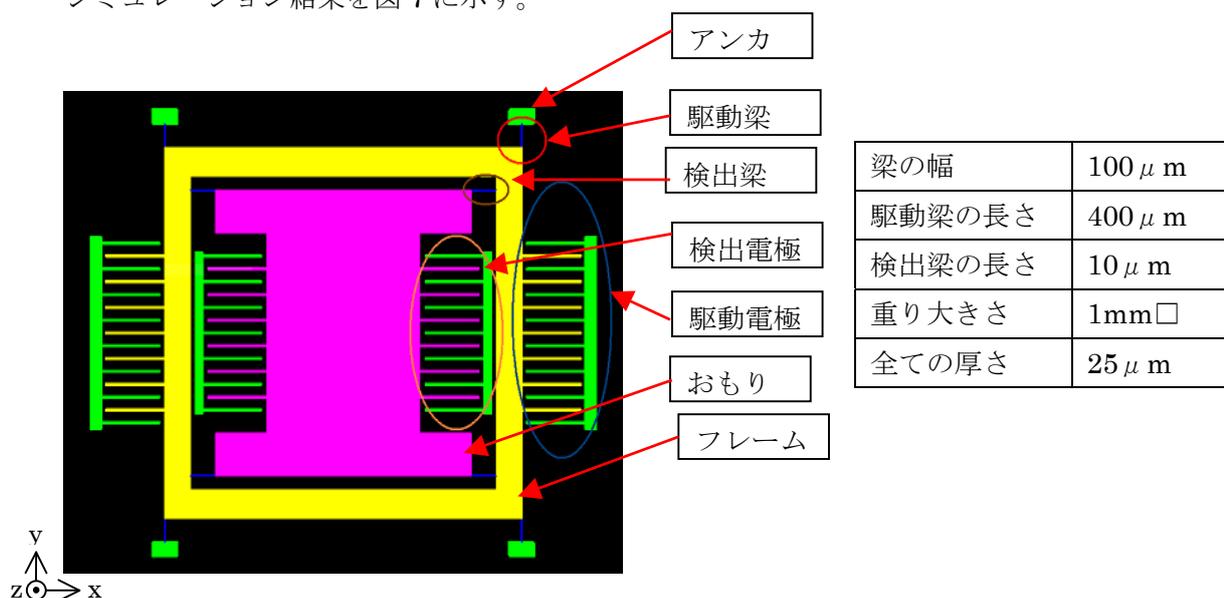


図 6 構造体の平面図

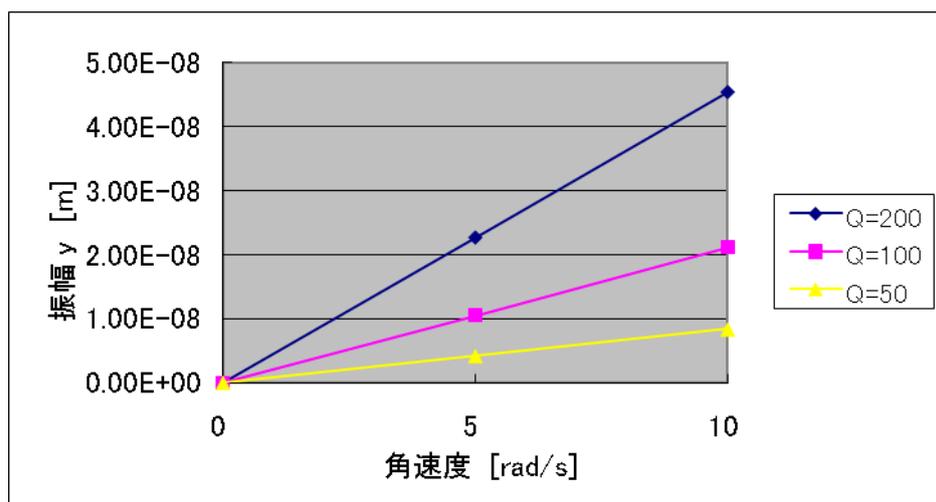


図 7 振動ジャイロのシミュレーション結果

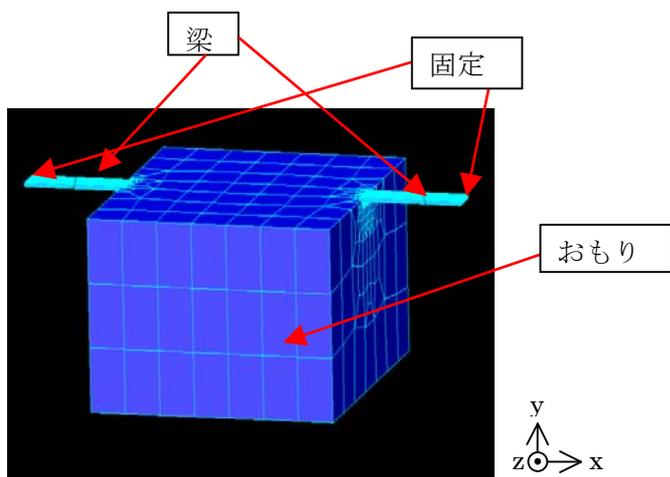
角速度によって振幅が線形的に変化することがわかった。

5. 加速度センサにおける変位の加速度依存性の解析

検討した加速度センサの構造を図 8 に示す。

Y 軸方向に加速度を印加した時のおもりの変位を調べた。

Y 軸方向に加速度を印加した時の変形図を図 9 に示す。



梁の幅	100 μ m
梁の長さ	400 μ m
梁の厚さ	10 μ m
重りの幅	500 μ m
重りの長さ	1000 μ m
重りの厚さ	500 μ m

図 8 加速度センサ構造

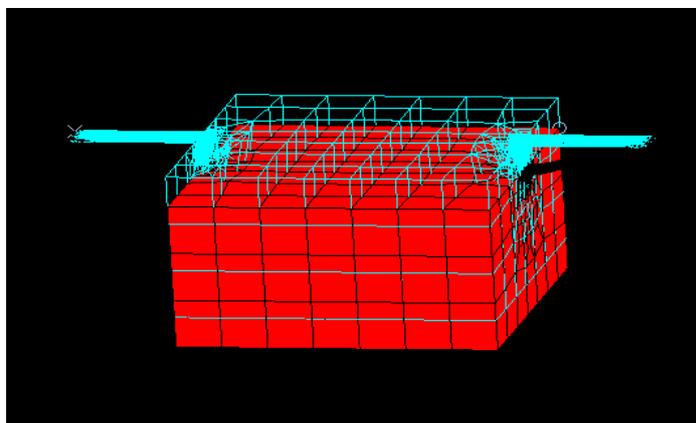


図 9 Y 軸加速度による変形図

このシミュレーションにより、変位の加速度依存性は $0.02 \mu\text{m/G}$ となることがわかった。

6. 加速度センサの共振モード解析 (エレメント数依存性)

検討した加速度センサを図 10 に示す。

この構造において、低い方から 3 つの共振モードの解析を行った。

エレメント数による各モードの共振パターンと共振周波数を求めた。

低い方から 3 つの共振モードを表 3 に示す。エレメント数に対する共振周波数のグラフを図 11 に示す。

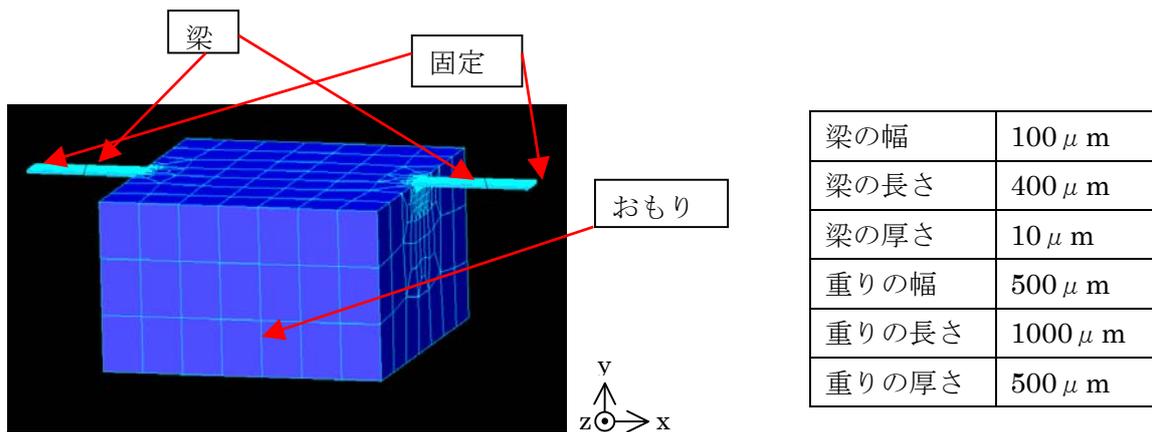
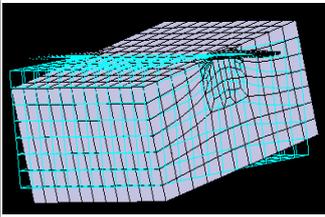
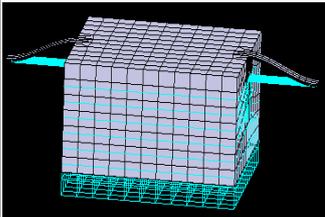
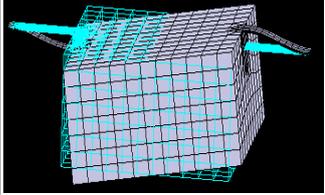


図 10 加速度センサ構造

表 3 共振モード

第一次共振モード (Mode1)	
第二次共振モード (Mode 2)	
第三次共振モード (Mode 3)	

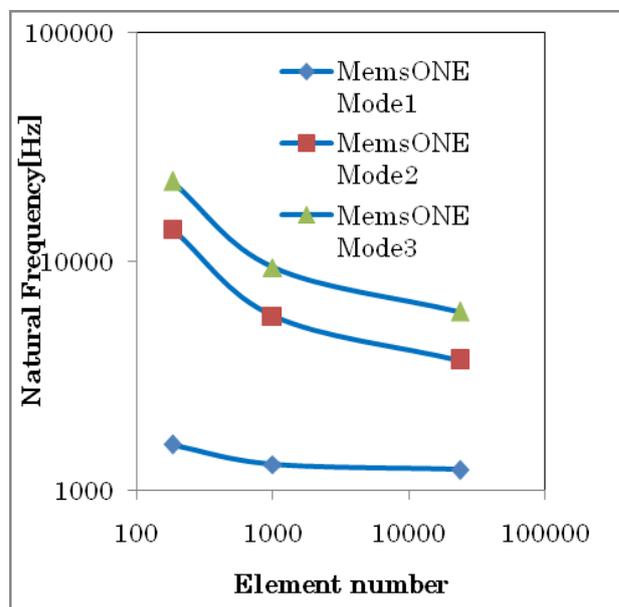


図 11 エレメント数に対する共振周波数

エレメント数 1000 以下では、まだ収束しないことがわかった。