

Motivation どんな問題に取り組むのか？

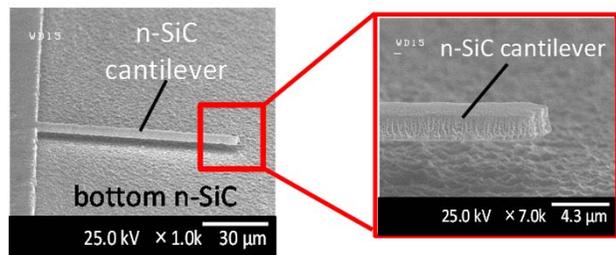
Originality and Impact 新規性とインパクトは？

マイクロマシン(MEMS)

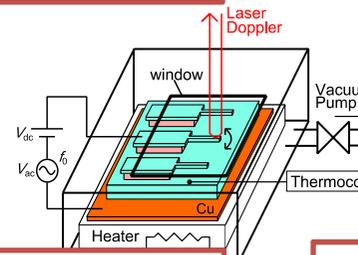
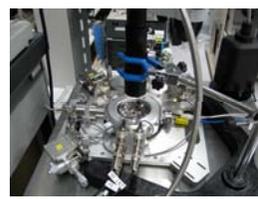
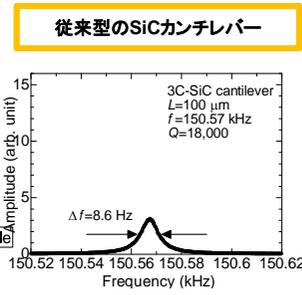
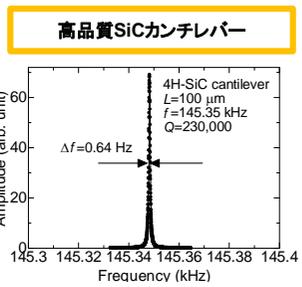
シリコン(Si)半導体製造技術を利用して作製した小さな機械～マイクロマシン(MEMS)～は身の回りのいろいろなところで使われています。ゲーム機のリモコン、スマートフォンの画面の上下を判断するセンサ、自動車のエアバック用衝撃センサやデジタル映写機などに使われています。

とても硬い半導体シリコンカーバイド(SiC)

世の中にはSi以外にもさまざまな半導体があります。シリコンとダイヤモンドの化合物であるシリコンカーバイド(SiC)は、高い電圧に耐えながら、電気を良く流すことができる性質があるので、省エネを実現するパワー半導体デバイス用に近年活発に研究されています。一方、SiCは、ダイヤモンドに次ぐ硬度(硬さ)をもつ材料であり、電子部品ではなく、マイクロマシンに使ったら何かすごいことができそうです。



作製したSiCカンチレバー(片持ち梁)の電子顕微鏡写真
幅10μm、厚さ2μm、長さ100μm。1μm=1/1000mm



SiCカンチレバーの特性評価方法
電圧を加えて静電気力で駆動する。梁の動きは反射レーザー光のドップラー効果で読み取った。空気摩擦の影響を受けないように装置の内部は真空状態にして測定している。

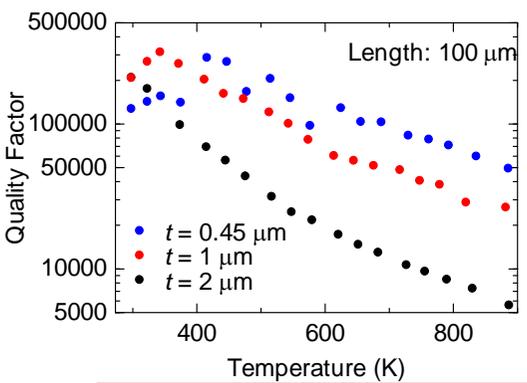
SiCカンチレバーの特性評価例
外部から揺さぶる(励振)する周波数を変えて、カンチレバーの振幅を測定する。共振状態で振幅が最大となる。Qが大きいとピークが強く、鋭くなる。

研究の状況

SiCは非常に硬く、化学的に安定で薬品で溶かすことができないので加工が難しく、そのためSiCを使ったマイクロマシンの作成の報告は非常に限られていました。特に、非常に高品質なSiC結晶を使ったマイクロマシンの研究はほぼ皆無であり、高品質SiCでマイクロマシンを作ったときにどのようなことが起こるのかは未解明でした。面白いことが起こるかも知れないし、そうではないかも知れません。やってみないと分かりません。

京都大学の挑戦 ～NTT物性科学基礎研究所とタッグを組んで～

京都大学は、SiCの結晶成長やパワーデバイスに関して長い歴史があります。これまでに培った技術と経験をもとに、さらにマイクロマシン用の加工技術を新たに開発することで高品質単結晶SiCで片持ち梁というタイプの機械共振器(パネ振動体)の作製に取り組んで来ました。作製したSiC共振器の特性評価を、化合物半導体のマイクロマシンで世界トップレベルの技術を持つNTT物性科学基礎研究所と共同で詳しく調べました。その結果、高品質単結晶SiCで作った振動体は非常に素晴らしい特性(Quality factor, Q値)を持つことが世界ではじめて明らかになりました。Q値が大きいと、わずかな変化を敏感に捉えることができ、超高感度のセンサーを実現することができるのです。



SiCカンチレバーのQuality factorの温度特性
室温(23°C)で30万という素晴らしい値を示した。600°Cという非常に高温でも5万という値を示し、これは自動車や飛行機、ロケットのエンジン用センサーにも使える温度である。

共振器のQuality factorとは？

共振器の身近な例でブランコを考えて見ましょう。ブランコをぐぐのをやめると徐々に振幅が小さくなり、最後には止まります。外部からエネルギーを与えるのをやめたとき、どれだけ振動が持続できるかを共振器の品質ということでQuality factorと呼んでいます。大まかにQの値の回数振動が続くと考えたら良いでしょう。ブランコならQは20程度です。摩擦や抵抗など損失が大きい共振器はすぐに止まってしまうのでQは小さくなります。

Why high Q for high sensitivity?

