

(様式 11)

平成 27 年 2 月 3 日

学 位 論 文 審 査 要 旨 (課程博士)

東京農工大学大学院工学府長 殿

審査委員	主査	安藤 泰久	印
	副査	梅田 倫弘	印
	副査	笹原 弘之	印
	副査	岩見 健太郎	印
	副査	許 允禎	印
	副査		印

学位申請者	専攻 平成 年度入学 学籍番号
	氏 名 白石 直規
申請学位	博 士 (工学)
論文題目	ポリマーカンチレバーを用いた共振式 VOC センサの開発 Development of resonant VOC sensors using polymer cantilevers
論文審査要旨 (2000 字程度)	
<p>本論文では、工場の環境モニタリングに用いるための共振式 VOC センサの開発について述べる。VOC センサを用いて工場の作業環境の VOC 濃度をモニタリングし、VOC 濃度に見合った排気を行うことで、作業員の安全の保証と工場の消費電力の低減が両立できる。共振式 VOC センサは感応膜が VOC を吸着することにより変化する振動子の共振周波数変化を振動検出部材で検出するセンサ原理を有しており、光源、熱源が必須の構成要素ではないため小型、低消費電力に適している。また、ポリマーカンチレバーを用いた共振式 VOC センサは、感応膜、振動子、振動検出部材がポリマー材料であり、低環境負荷なプロセスで作製できる。さらに、ポリマーカンチレバーを用いた共振式 VOC センサは、振動子としてのポリマー材料が VOC を吸着するため、感応膜を別途設ける必要がない感応膜レス共振式 VOC センサの実現も期待できることが特徴である。</p> <p>本論文は全 5 章から構成されている。各章の内容を以下に示す。</p> <p>第 1 章「序論」では、産業的な背景を述べた。VOC は多量に摂取すると健康被害を引き起こすが、工場においては必須の物質である。現在、VOC を使用する工場では、ポンプ・ファンにより一定量の排気を行い作業環境の VOC 濃度を許容濃度以下に保っているが、その消費電力が大きいという問題を抱えていることを示した。次に、過去の研究を概観</p>	

し、ポリマーの振動子としての特性の評価が十分に行われていないことを述べた。最後に、本研究の目的は工場の消費電力の低減と作業員の安全の保証を両立するための環境モニタリング用共振式 VOC センサの開発であることを述べた。

第 2 章「ポリマーカンチレバーの基本特性の評価」では、ホットエンボスを応用した加工法とレーザー加工法の 2 種の手段によるポリマーカンチレバーの加工について述べた。また、ポリマーカンチレバーの振動特性を評価することにより、ポリマーカンチレバーの材料、寸法、振動モードと共振周波数、 Q 値の関係を明らかにした。さらに、ポリマーカンチレバーの Q 値の損失を引き起こす要因とポリマーカンチレバーを用いた共振式 VOC センサの構成を考察するとともにポリマーカンチレバーを用いた工場の環境モニタリング用途の共振式 VOC センサの実現可能性を示した。

第 3 章「ポリマーカンチレバーセンサの開発と基本特性の評価」では、振動子に PC カンチレバー、振動検出部材に PVDF 圧電フィルム、感応膜に PBD 感応膜を用いる構成としたポリマーカンチレバーセンサ（ポリマーカンチレバーを用いた共振式 VOC センサ）を開発し、PVDF 圧電フィルムにより PC カンチレバーの高次曲げ振動モードの共振ピークを直接検出可能であることを示した。さらに、ポリマーカンチレバーセンサの共振周波数がトルエン暴露によりダウンシフトすることを確認し、ポリマーカンチレバーセンサを用いた VOC センシングが可能であることを実験的に示した。

第 4 章「ポリマーカンチレバーセンサの高感度化・高精度化」では、まず、センサの高感度化のために小型のポリマーカンチレバーを有する高感度ポリマーカンチレバーセンサを作製し、共振周波数と Q 値を評価することにより、ポリマーカンチレバーの小型化によりセンサが高感度化することを実験的に明らかにした。次に、センサの高精度化のためにポリマーカンチレバーセンサの高次振動モードの共振周波数の温度依存性を検証した。続いて、高感度ポリマーカンチレバーセンサを用いたトルエン、オクタン、エタノールの検出を行い、それぞれの許容濃度を検出可能であることを示した。最後に、センサにおける振動子としてのポリマーカンチレバーが感応膜としての機能を有していることを示し、感応膜レスポリマーカンチレバーセンサを用いた工場の環境モニタリングの可能性について述べた。

第 5 章「結論」では、本研究を通じて得られた知見をまとめ、低環境負荷なプロセスで作製可能なポリマーカンチレバーセンサ（ポリマーカンチレバーを用いた共振式 VOC センサ）が、工場の消費電力の低減と作業員の安全の保証を両立するための環境モニタリング用共振式 VOC センサと成り得ることを示した。

以上要するに、本論文はポリマーの高次の振動モードにおける共振特性を明らかにするとともに、ポリマーカンチレバーセンサを用いた工場の環境モニタリングが実現可能であることを示したものである。得られた知見は工学的・工業的に寄与するところ大であり、博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。