ABSTRACT

PAPER BASED LOW COST BIOSENSOR DESIGN AND FABRICATION

MEMS devices as being one of the incrementally developing field with micro scale range and higher sensitivity are quite valuable. In the scope of this thesis, a paper-based MEMS device is produced with a low cost and fast fabrication procedure. The sensor, which is designed to measure weights, can be easily modified as a biosensor. Hence, the most important parameter of this sensor is its sensitivity.

The sensor measures the magnitude of the applied force by using the change in piezoresistor which is directly proportional to the applied force. Piezoresistive material coated sensor, which is designed as a cantilever shaped structure, is electrically connected to the Wheatstone bridge circuit. Graphite ink is used as a piezoresistor due to the ease of implementation. Paper-based sensor measures the weight by using the direct relation between the voltage change (Wheatstone bridge circuit output) and applied force excited on the cantilever.

The novelty of this sensor is addition of magnetic amplifier. The advantage of magnetic amplifier is to increase the effective mass of the weight. This addition provides 0.3 mg resolution measurement from 20 mg resolution weight sensor.

This sensor can only quantify the weights that are magnetically active. Furtherance, it can be easily transformed to a biosensor. The only thing that is necessary is to bind the MNP (magnetic nano particle) and the biological/chemical particle to make it a magnetically active component. After the binding process, these components can be detectable and measurable by this weight sensor that uses the magnetic mass increase scheme.

ÖZET

KAĞIT TABANLI DÜŞÜK MALİYETLİ BİYOALGILAYICI TASARIMI VE ÜRETİMİ

Hızla gelişen alanlardan biri olan MEMS cihazları mikro boyutlarda olmaları ve yüksek hassasiyete sahip olmaları dolayısıyla oldukça önem arz etmektedirler. Bu proje kapsamında ucuz ve hızlı üretim tekniklerine sahip olması sebebiyle son zamanlarda en çok ilgilenilen alanlardan biri olan kağıt tabanlı algılayıcı üretilmiştir. Bu proje kapsamında, ağırlık ölçümlerinde kullanılmak için üretilen bu algılayıcının biyoalgılayıcıya dönüştürülmesinin kolay olması istenmektedir. Bu nedenle de algılayıcının tasarım ve üretim aşamalarında en çok dikkat edilen kısım hassasiyetinin yüksek olmasıdır.

Yapılan algılayıcı piyezo malzemenin, uygulanan kuvvetle doğru orantılı değişen direncini ölçerek ağırlığın ölçümünü yapmaktadır. Piyezo malzeme uygulanmış dirsek şeklindeki algılayıcı, okuma devresi amacıyla, Wheatstone köprüsüne bağlanmıştır. Piyezo malzeme olarak üretim sürecini kolaylaştırması sebebiyle grafit esaslı macun kullanılmıştır. Wheatstone köprüsündeki voltaj değişimi grafit direncin değişimiyle, o da kağıda uygulanan kuvvetle doğru orantılıdır. Algılayıc bu doğrusal değişimleri kullanarak ölçüm yapmaktadır.

Piyezodirencin özelliğiyle üretilen bu algılayıcıyı, literatürdeki diğer basınç algılayıcılardan ayıran en önemli özelliği, yükseltmek amacıyla manyetik alanın kullanılmasıdır. Mıknatısla çekilebilen ve dirseğin uç kısmına yerleştirilen parçacıklar, mıknatıs etkisiyle efektif ağırlıkları arttırılarak ölçülmüştür. Bu sayede 20 mg aralıklarla ölçümü yapılabilen ağırlıklar 0.3 mg aralıklarla ölçülebilir hale gelmiştir.

Hassasiyeti 0.3 mg olan bu algılayıcı manyetiksel olarak aktif maddelerin ağırlığını ölçebilmektedir ve biyoalgılayıcıya kolaylıkla dönüştürülebilmektedir. Yapılması gereken tek şey MNP (manyetik nano parçacıklar)'ın biyolojik/kimyasal elementlere bağlanarak manyetiksel olarak aktifleştirilmesidir. Bu aktifleştirme işleminden sonra bir solüsyondaki biyolojik/kimyasal parçacığın ağırlığı ölçülebilmektedir.