

A monolithic microrobotic arm in silicon

Microrobot monolithique en silicium

PROJET DE SEMESTRE (Automne 2009)

Section Microtechnique

Author:

Arthur OVIEDO

With the Supervision of:

Prof. Karl ABERER

Eng. Nikolaos KASIOUMIS

21 January 2013

Contents

1	Introduction	3
2	Theoretical Background	5
2.1	Boolean Model	5
2.2	Vector Space Model	5
3	Technical Considerations	7
3.1	Digital Representations of Mathematics	8
3.1.1	MathML	8
3.1.2	OpenMath	8
3.1.3	LaTeX	8
3.2	Math Extraction Tools	8
3.3	From LaTeX to MathML	8
3.3.1	From PDF to MathML	8
3.3.2	Other projects	8
3.4	Computational Algebraic Systems	8
3.4.1	Mathematica	8
3.4.2	Mapple	8
3.4.3	Matlab	8
3.4.4	Octane	8
3.4.5	SAGE	8
4	Related Work	9
4.1	Status of MIR	9
4.1.1	TREC	9
4.1.2	TREC	9
4.1.3	CLEF	9
4.1.4	NTCIR	9
4.2	Mathematical based search projects	9
4.2.1	MIAS	9
4.2.2	EgoMath	9

4.2.3	DLMFSearch	9
4.2.4	MathWebSearch	9
4.3	Other related projects and initiatives	9
4.3.1	arXMLiv	9
A	Annexes	11
A.1	Conception des masques	11
A.2	Constantes physiques et propriétés des matériaux	12
A.3	Contenu du CD-ROM	12
A.4	Processus de fabrication	13
A.5	Protocole du processus de fabrication	13
A.6	Article en cours d'impression: "Three-Phase Electrostatic Rotary Stepper Micromotor with a Flexural Pivot Bearing"	13
A.7	Article de la conférence Transducers 2009: "Single mask 3-phase electrostatic rotary stepper micromotor"	13
	Bibliographie	10

Chapter 1

Introduction

Chapter 2

Theoretical Background

Information Retrieval (IR) consists on the activity of identifying relevant documents from a collection based on some input parameters. Different models have been developed through the evolution of the field. In the subsequent sections, the most relevant to this work are presented.

2.1 Boolean Model

This model was the first one to be developed and is currently one of the most used in the current implementation of IR systems because of its simplicity.

2.2 Vector Space Model

Chapter 3

Technical Considerations

In the previous chapter we presented different abstract models which can be suitable in the building of a math based search system. In this section, we present different aspects that need to be considered when mapping from these theoretical models to a concrete implementation.

3.1 Digital Representations of Mathematics

3.1.1 MathML

3.1.2 OpenMath

3.1.3 LaTeX

3.2 Math Extraction Tools

3.3 From LaTeX to MathML

3.3.1 From PDF to MathML

Maxtract

InftyReader

OCR analysis

3.3.2 Other projects

3.4 Computational Algebraic Systems

In the previous section we discussed about algorithmical ways to transform, simplify and detect patterns in mathematical equations. Here, we explore what tools are available for performing this type of operations and how they are suitable for our system.

3.4.1 Mathematica

3.4.2 Mapple

3.4.3 Matlab

3.4.4 Octane

3.4.5 SAGE

Chapter 4

Related Work

4.1 Status of MIR

4.1.1 TREC

4.1.2 TREC

4.1.3 CLEF

4.1.4 NTCIR

4.2 Mathematical based search projects

4.2.1 MIAS

4.2.2 EgoMath

4.2.3 DLMFSearch

4.2.4 MathWebSearch

4.3 Other related projects and initiatives

4.3.1 arXMLiv

Appendix A

Annexes

A.1 Conception des masques

Le tableau A.1 regroupe les dimensions du masque et les dimensions prévues .

Paramètres	Dimensions	
	sur masque	sur wafer
Largeur des lames souples	$3\mu m$	$2.5\mu m$
Largeur des lames rigides	$2.5\mu m$	$2\mu m$
Largeur d'une dent large	$5\mu m$	$4.5\mu m$
Largeur d'une dent étroite	$4\mu m$	$3.5\mu m$
Gap (rotor/stator)	$1\mu m$	$1.5\mu m$
Largeur des lames du robot v 2.5	$2.5\mu m$	$2\mu m$
Largeur des lames du robot v 2.0	$2.0\mu m$	$1.5\mu m$
Largeur des lames du robot v 1.5	$1.5\mu m$	$1\mu m$
Largeur des lames du robot v 1.0	$1.0\mu m$	$0.5\mu m$

Table A.1: Dimensions des paramètres sur le masque de la deuxième version et dimensions prévues sur wafer

La fabrication et la mise au point du processus de fabrication a été donné à une personne externe. Le lecteur est invité à se référer aux annexes A.4 et A.5 pour le processus en lui-même.

A.2 Constantes physiques et propriétés des matériaux

Les valeurs suivantes ont été utilisées pour les applications numériques. Afin de s'affranchir des propriétés anisotropes du silicium, les valeurs les plus contraignantes de ces propriétés ont été considérées. Un coefficient de sécurité de 10 a été pris pour les contraintes admissibles maximum.

Paramètres	Symboles	Valeurs
Module de Young	E	$160GaOP$
Contrainte admissible	σ_{adm}	$7 \times 10^8 Nm^{-2}$
Permittivité de l'air	ϵ	$8,85 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$

Table A.2: Constantes physiques et propriétés des matériaux

A.3 Contenu du CD-ROM

Le CD-ROM contient les fichiers suivants:

- *Latex*: Rapport du projet de semestre.
- *Matlab*: Programme de traitement d'image pour mesure dynamique.
- *Labview*: Programme de commande du micromoteur.
- *processflow*: Processus de fabrication
- *runcard*: Protocole du processus de fabrication.
- *solidworks*: Conception assistée par ordinateur du moteur.
- *Clwin*: Masques sous format .cif
- *microscopieMEB*: Image prise par Microscopie Electronique à Balayage MEB.
- *Excel*: Traitement des résultats.

A.4 Processus de fabrication**A.5 Protocole du processus de fabrication****A.6 Article en cours d'impression: "Three-Phase Electrostatic Rotary Stepper Micromotor with a Flexural Pivot Bearing"****A.7 Article de la conférence Transducers 2009: "Single mask 3-phase electrostatic rotary stepper micromotor"**