

ISBN: 979-8689-03-8

VOLUME 2

IES 2001

Proceedings
**Industrial Electronics
Seminar 2001**

November 6th, 2001
**EEPIS - ITS, Surabaya
Indonesia**



In concurrent with the 9th
International Training Course
on Electronic Engineering Education 2001

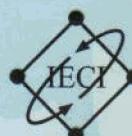
Organized by:



Japan International
Cooperation Agency



Electronic Engineering
Polytechnic Institute of Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



Indonesian Society on Electrical,
Electronic, Communication,
and Information

ISBN: 979-8689-03-8

VOLUME 2

IES 2001

Proceedings
**Industrial Electronics
Seminar 2001**

November 6th, 2001
EEPIS - ITS, Surabaya
Indonesia



In concurrent with the 9th
International Training Course
on Electronic Engineering Education 2001

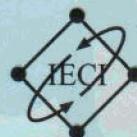
Organized by:



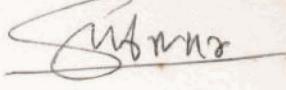
Japan International
Cooperation Agency



Electronic Engineering
Polytechnic Institute of Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



Indonesian Society on Electrical,
Electronic, Communication,
and Information

Nana Subarna


Proceedings

ADVISORY COMMITTEE

Akira Watanabe
Masahiko Yachida
Mitsaji Sampai
Muhammad Nuh
Osamu Makino
Soegiardjo Soegijadji
Supeno Djanali

**INDUSTRIAL
ELECTRONICS
SEMINAR 2001**

ORGANIZING COMMITTEE

EPIIS - ITS, Surabaya, Indonesia, November 6th, 2001

Cita Purwanto
Alrijadis
Kewalasati
Riyanto Sigit
Tnick Suryani
Siti Maimah Bakri

(PENS-ITS)
(PENS-ITS)
(PENS-ITS)
(PENS-ITS)
(PENS-ITS)
(SITI)

INDUSTRIAL ELECTRONIC SEMINAR 2001 (SITI)

Copyright © 2001 by EPIIS Press

All right reserved. This book or parts thereof may not be reproduced without written permission from the publisher.

Volume 2

Editor

Dadet Pramadihanto

ISBN: 979-8888-03-8

Achmad Ansori

(ITS)

Achmad Jazidie

(ITS)

Adang Suwandi A

(ITS)

Adi Soegijantoro

(ITS)

Agung Budiaman

(ITS)

Anang Tjahyono

(PENS-ITS)

Andrian Parastuti

(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

Arief Djunaedy

(ITS)

Am Sanjoto

(ITS)

Bambang Sutopo

(UCM)

Endang Gunawan

(UI)

Dadet Pramadihanto

(PENS-ITS)

Djoko Riyanto

(ITS)

Era Purwanto

(PENS-ITS)

Herry Nugroho

(ITS)

Miranti Hen Putriana

(ITS)

Mulyana Wibowo

(ITS)

EPIIS Press

Telp. +62-31-8430602, 8410208

Pujiwa CA Ciptawati, Supriyadi, Indonexia ITS

Published by
EEPIS Press
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
e-mail: pens@eepis-its.edu

INDUSTRIAL
ELECTRONICS
SEMINAR 2001

EEPIS - ITS, Surabaya, Indonesia, November 6, 2001

INDUSTRIAL ELECTRONIC SEMINAR 2001

Copyright ©2001 by EEPIS Press

All right reserved. This book or parts thereof, may not be reproduced in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system now known or to be invented, without written permission from the publisher.

ISBN: 979-8689-03-8

Educational Publishing Institute of Surabaya
Penerbit Pendidikan dan Pengembangan
Diponegoro Gedung ITS Surabaya

EEPIS Press

Printed by CV Cakrawala, Surabaya, Indonesia
Tel : +62-31-8420605, 8410508

Contents

ADVISORY COMMITTEE :

Akira Watanabe	(Kumamoto University)
Masahiko Yachida	(Osaka University)
Mitsuiji Sanpei	(Tokyo Institute of Technology)
Mohammad Nuh	(ITS)
Osamu Makino	(JICA)
Soegijardjo Soegiejoko	(ITB)
Supeno Djanali	(ITS)

ORGANIZING COMMITTEE :

Dadet Pramadihanto	(PENS-ITS)
Era Purwanto	(PENS-ITS)
Alrijadjis	(PENS-ITS)
Kemalasari	(PENS-ITS)
Riyanto Sigit	(PENS-ITS)
Titiek Suryani	(ITS)
Siti Halimah Bakri	(ITS)

TECHNICAL PROGRAM COMMITTEE :

Abdullah Alkaff	(ITS)
Achmad Affandi	(ITS)
Achmad Ansori	(ITS)
Achmad Jazidie	(ITS)
Adang Suwandi A	(ITB)
Adi Soeprijanto	(ITS)
Agung Budiono	(ITS)
Anang Tjahyono	(PENS-ITS)
Andriani Parastiwi	(Politeknik Malang)
Arief Djunaedy	(ITS)
Ari Santoso	(ITS)
Bambang Sutopo	(UGM)
Dadang Gunawan	(UI)
Dadet Pramadihanto	(PENS-ITS)
Djoko Liyanto	(ITS)
Era Purwanto	(PENS-ITS)
Hertog Nugroho	(Polban)
Mauridhi Heri Purnomo	(ITS)
Mohammad Nuh	(ITS)

Mohammad Rameli	(ITS)	ANASOY COMMITTEE :
Mohammad Rivai	(ITS)	Amin Wibawaputra
Mohammad Rusli	(Unibraw)	Masrizo Yusuf
M. Solehudin	(ITS)	Mizah Syubri
Nonot Harsono	(PENS-ITS)	Mohammas Nap
Ontoseno Penangsang	(ITS)	Ozamun Mispiono
Sar Sardy	(UI)	Subison Diantri
Sarwono Sutikno	(ITB)	Yanuarie Sofieldjoro
Sekartedjo	(ITS)	Zaini Wibawaputra
Subagio	(ITS)	ORGANIZING COMMITTEE :
Suprapedi	(ITS)	Dedek Putraqijanto
Tati R. Mengko	(ITB)	Eru Purnawati
Titon Dutono	(PENS-ITS)	Ajiqadijs
Tri Arif	(STTS)	Kemalasari
Yahya Chusna Arif	(PENS-ITS)	Riyanto Siby
Yanuarsyah Haruen	(ITB)	Jerry Saputra
Julius S	(Unibraw)	Siti Hidayah Binti
	(PENS-ITS)	

PUBLICATION / PROCEEDINGS

Ferry Astika Saputra	(PENS-ITS)
Iwan Syarif	(PENS-ITS)

TECHNICAL PROGRAM COMMITTEE
All rights reserved. This book or parts thereof, may not be reproduced in whole or in part, by any means, or in any form, or by any method, including photocopying, recording, or otherwise, without written permission from the publisher.

ISBN: 979-8689-03-8

Contents

Foreword :

EEPIS Director, Mohammad NUH

JICA Expert, Osamu MAKINO

Preface :

IES 2001 TPC Chairman, Dadet Pramadihanto

K. Instrumentation & Biomedical Systems

1. *A Sense of Smell on Chemical Recognition* 227
Annies Hannawati (Universitas Kristen Petra Surabaya)
Resmana (Universitas Kristen Petra Surabaya)
 2. *Texture Analysis of Radiographic Trabecular Pattern Using Gabor Filter in The Assessment of Osteoporosis* 232
Tati Mengko (Institut Teknologi Bandung)
Riandini (Institut Teknologi Bandung)
J. Tjandra Pramudito (Institut Teknologi Bandung)
 3. *Klasifikasi Sinyal Elektronikensephalogram (EEG) dengan JST* 238
Kemala Sari (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)
Mauridhi Hery Purnomo (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)
Achmad Basuki (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)
 4. *Perancangan dan Pembuatan Microtip sebagai Elektroda Ionisasi* 243
Nana Subarna (Institut Teknologi Bandung)
Soegijardji Soejijoko (Institut Teknologi Bandung)
Samaun Samadikun (LIP)
 5. *Aplikasi Sistem Telemedika Berbasis PC pada Sistem Pencatatan dan Pelaporan Data Puskesmas* 247
Kris Pusporini (Institut Teknologi Bandung)
Soegijardjo Soejijoko (Institut Teknologi Bandung)

L. Net-Centric Computing

1. *Review Trend Aplikasi Komunikasi Multimedia* Irwan Prasetya G (PT. Telkom - Divre V) 253
 2. *Wavelet-based Analysis of Internet Data Traffic* Mauritz Bambang G Irwan Prasetya G (PT. Telkom - Divre V) 259
 3. *Query Caching Tools for Distributed Information System Performance* Nanang Syahroni (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya) 263

Aris Tjahyanto (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	
4. <i>Dynamic Query Engine Architeture for Data Integration</i>	267
Nanang Syahroni (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	
Titon Dutono (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	
Supeno Djanali (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
5. <i>Providing Location Awareness in An Operating System Environment</i>	271
Lukito E. Nugroho (Universitas Gajah Mada)	

M. Information System

1. <i>Intelligent Office Document Untuk Workflow Application</i>	277
Joko Lianto Buliali (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
2. <i>Sistem Pakar Pemilihan Produk pada e-Commerce</i>	281
Joko Lianto Buliali (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
3. <i>Desain Taguchi dan Metamodel Polinomial Sebagai Pengganti Simulasi Sistem Antrian</i>	285
Ronny Susetyoko (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	
4. <i>Job-Shop Scheduling Problem Optimization Using Exact Algorithm, Heuristic Based Priority Rule (SPT, LPT, LWR dan MWR) Heuristic Based Genetic Algorithm and Hybrid Genetic</i>	289
Tessy Badriyah (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	
Handayani Tjandrasa (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
5. <i>Penerapan Metode Constraint-Based Rule Mining Pada Aplikasi Pencarian Kaidah Asosiasi dari Suatu Basis Data</i>	294
Arif Djunaidy (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
Rully Soelaiman (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
Zakky Dharmawan Putra (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	

N. Image Processing and Pattern Recognition

1. <i>The Application of Separable Three-Dimensional Wavelet Transformation in Low Bit-rate Digital Moving Image Compression Method</i>	301
Didi Junaedi (BP Indonesia)	
Irwan Prasetya G (PT. Telkom - Divre V)	
2. <i>Penerapan Metode Elastic Graph Matching Pada Aplikasi Pengenalan Wajah untuk Penentuan Jenis Kelamin dan Asesoris Wajah</i>	307
Arif Djunaidy (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
Rully Soelaiman (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
Ni Kadek Dessy Haryanti (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
3. <i>Identifikasi Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Komputer Berbasis Video untuk Menghasilkan Suara</i>	314
Edi Satriyanto (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	
Dadet Pramadihanto (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	
Elly Purwantini (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	

Mustofa (Politeknik Elektronika Negeri Surabaya)	
4. Pengenalan Sidik Jari Manusia Menggunakan Algoritma Ekstrasi Minusi	320
Hari Zainuddin R (Institut Teknologi Bandung)	
Tati Latifah R. Mengko (Institut Teknologi Bandung)	
5. Membangkitkan 99 Pola Sinyal Suara Dari 11 Suara Manusia	325
Pengucap Tunggal	
Melani S (Universitas Widya Madala Surabaya)	
I. Satyoadi (Universitas Widya Madala Surabaya)	

O. Control Systems II

1. Analisa Struktur dan Kestabilan Sistem Pengendalian Berhirarki Pada Proses Pembuatan Semen Menggunakan DCS	329
Abdullah Alkaff (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
Adi Darmadi (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
2. Optimasi Dan Pengendalian Terdesentralisasi Pada Sistem Pengendalian Proses Pembuatan Semen Menggunakan DCS	336
Abdullah Alkaff (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	
Adi Darmadi (Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya)	

P. Electric Drives (Cont.)

1. Penyelidikan Desain Magnetic Flux Vektor Control Berbasis Trapezoidal & Sawing SPWM	343
Felix Pasila (Universitas Kristen Petra, Surabaya)	

Sisipan

1. Proses Verifikasi Core Prosesor Kripto Idea (International Data Encryption Algorithm) Dengan Software Alliance	348
Sarwono Sutikno (Institut Teknologi Bandung)	
Aditya Timur Baladika (Institut Teknologi Bandung)	
Marta Dinata A. (Institut Teknologi Bandung)	
Sigit Dewantoro (Institut Teknologi Bandung)	
2. Pengaruh Co-Channel Interference Terhadap Unjuk Kerja Sistem Seluler	353
Uke Kurniawan Usman (Sekolah Tinggi Teknologi Telkom)	
Fajar Shadikh (Sekolah Tinggi Teknologi Telkom)	

Supervisor: M.Ak. ING
Chair Advisor:
Dosen SLEPT Project di UPPBS

HUV bantuan dana
Bantuan dana

Foreword

Assalamu 'alaikum Wr. Wb

Dear IES 2001 participants,

First of all, I would like to extent my sincere gratitude to all of you, the participants of IES 2001 and welcome in Surabaya at EEPIS-ITS campus.

The main challenge and problem of Indonesia university are faced now are the capability of providing contribution in developing and applying science which enables and upgrade value added economically (commercial value). Besides that, currently we are witnessing the era of technological advancement with a speed that has never been experienced in the entire history of human kind. In education cycle time is generally three – four years for under graduating program diploma and respectively. While technological changes could happen during that period since its cycle time is less than the education cycle. Industrial development is also shifting from mess production to flexible production. Consequently requiring more creativity, innovation and team-work from university and industrial society. To respond such challenges, what we have to do minimally is to improve an academic atmosphere in each university and build a real network between university and industry. IES 2001 is a part of an effort to enhance the academic atmosphere which also build the real network through sharing ideas and experiences of the agent of development and science application. A paper which you have presented is serious of long research activity which you have innovated.

For us, EEPIS, as the committee of IES 2001, it is a part of our own happiness, because this kind of activity will enable to become environmental pressure to faster and improve the academic quality atmosphere in EEPIS.

Finally, we would like to say "Selamat Berseminar". Hopefully what we are doing can give us benefits in developing and applying sciences and technology and it become a part of our good deed.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Surabaya, November 6th, 2001

**Mohammad NUH
EEPIS Director**

Foreword

Dear friends,

On behalf of Japan International Cooperation Agency (JICA), I would like to express our congratulation on successful implementation of the Industrial Electronic Seminar 2001 (IES 2001), November 6th, 2001. It is highly appreciated that the Electronic Engineering Polytechnic Institute of Surabaya

(EEPIS) had taken its initiative, organized and well managed it. We, JICA expert including those who had worked since the establishment of EEPIS in 1987, are proud of having built up the EEPIS as one of the best polytechnic in the electric-related field in Indonesia. Nothing gives us such great pleasure.

Since the seminar is conducted during the time of the JICA's 9th International Training course on Electronic Engineering Education 2001 (ITCEEE 2001) program for one month, we are able to share the valuable opportunities with foreign guests. To the program nine academics in the field of electronics have been participating from Laos, Nepal, Philippines, Sri Langka, Thailand and Vietnam. I would like to express thanks for their participation.

JICA technical cooperation project, namely Strengthening of Polytechnic Education in Electric-related Technology (SPEET) has been implemented since October 1st, 1999 at EEPIS. The program aims at two target areas. The one is to establish Diploma 4 courses and to educate the youth for nation wide polytechnic teacher in the field of Electrical, Electronics and Telecommunication. The second is to establish new Information Technology Department (Diploma 3) and to educate for highly skillful technician in the field for society. To achieve them, JICA will provide further technical and academic cooperation to the EEPIS, dispatching expert to the EEPIS from Universities and Colleges of Technology in Japan and training the EEPIS teaching staff in Japan.

In the new program we are looking forward to assisting in the promotion of the academic activities in the higher education, contributing toward building network among Universities and Polytechnic in Indonesia and worldwide.

Surabaya, November 6th, 2001

Osamu MAKINO
Chief Adviser,
JICA SPEET Project at EEPIS

Preface

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

We are pleased to have the opportunity to organize the 3rd Industrial Electronics Seminar (IES 2001). The seminar is sponsored by Electronic Engineering Polytechnic Institute of Surabaya (EEPIS), the Institute of Technology Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) and Japan International Cooperation Agency (JICA).

We received many submission of extended abstract from universities, research centers, and companies in September 2001. In order to provide a quality seminar and quality proceedings, each extended abstract was reviewed by at least two members of the technical program committee. The program committee selected and accepted 75 papers for oral presentation after the review process. These papers will be presented in five tracks that divided into 14 different sessions, namely Office Automation, Power Electronics, Power System, Electric Drive, Wireless Communication, Modulation & Communication System, Control System, Intelligent Control, Computer Interfacing Techniques, Microelectronics, Instrumentation and Biomedical System, Net-Centric Computing, Information System, and Image Processing & Pattern Recognition.

Last but not least, we would like to express our gratitude to all the contributors, reviewers, program committee and organizing committee members, and sponsors, without whom the seminar would not have been possible.

Finally, we are sure you will enjoy the IES 2001 and we hope that will benefit from the IES 2001 and these proceedings.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.
Surabaya, November 6th, 2001

Dadet Pramadihanto
Program Committee Chairman

K. Instrumentation & Biomedical Systems

EEPIS - ITS
IEI 2001

Perancangan dan Pembuatan *Microtip* sebagai Elektroda Ionisasi Pada Sensor Gas

Oleh : Nana Subarna¹, Soegijardjo Soegijoko¹, Samaun Samadikun¹
Adang Suwandi¹, Goib Wiranto²

¹⁾ Lab. Elektronika dan Komponen, Dept. Teknik Elektro ITB

Lab. Elektronika dan Komponen, Dept. Teknik Informatika
Universitas Telkom, LIPSI Bandung

²⁾ Puslitbang Telkoma LIPI Bandung

Abstrak

Dalam makalah ini dibahas pengembangan sensor gas dengan teknologi *micromachining* metoda *field ionization*. Keuntungan dari sensor gas ini adalah murah, sensitivitas tinggi dan dapat dirancang dan dibuat dengan *standard microfabrication technologies*.

Pembuatan *microtip* menggunakan bahan silikon dengan metoda *self-aligned*. Tahapan proses yang dilakukan adalah *silicon molding* untuk membuat cetakan *microtip* yang berbentuk piramida dan *electroplating* untuk proses pelapisan bagian dalam piramida dengan emas. Pembuatan *silicon molding* dilakukan dengan etsa anisotropik basah.

Saat ini penelitian ada pada tahap pembuatan *silicon molding* dan pencarian metoda terbaik untuk memperoleh *microtip* yang benar-benar runcing ($r \leq 4 \mu\text{m}$). Dari penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan prototipe sensor gas metoda *field ionization*.

Keywords: micromachining, field ionization, microtip, sensor gas, self-aligned, and silicon molding.

1. Pendahuluan

Masalah utama dalam membuat sistem pemantauan udara dengan komponen utama alat ukur gas adalah mendapatkan sensor gas yang murah. Banyak terdapat alat ukur yang siap pakai dengan sensitivitas dan selektivitas yang bermacam-macam, tetapi untuk membuat alat ukur gas yang murah dengan sensitivitas dan selektivitas yang tinggi masih susah dicari. Teknologi *micromachining* adalah salah satu alternatif pemecahan untuk mendapatkan sensor gas dengan harga murah yang dibuat secara masal dan sensitivitas yang tinggi dengan proses mikrofabrikasi.

Sensor gas yang dikembangkan merupakan sebuah *microelectromechanical systems* (MEMS) yang di proses dengan teknik *micromachining* dengan bahan silikon. Sensor terdiri dari elektroda positif berupa *microtip* dan elektroda negatif. Kualitas *microtip* sangat ditentukan

rotip sebagai Elektroda Ionisasi sor Gas

Soejijoko¹, Samaun Samadikun¹
Goib Wiranto²
¹en, Dept. Teknik Elektro ITB
na LIPI Bandung
e.itb.ac.id

Penelitian dititik-beratkan pada proses mikrofabrikasi *microtip* dan metoda yang digunakan untuk mendapatkan kualitas *microtip* yang baik. Kemudian akan diteruskan pada penelitian sinyal yang dihasilkan dari arus ionisasi gas yaitu menganalisa arus ionisasi dengan *digital signal processing* hasil ionisasi gas. Informasi arus ionisasi dengan bantuan perangkat lunak komputer, digunakan untuk memperbaiki selektivitas sensor, terutama jika gas yang dideteksi lebih dari satu jenis. Penggunaan teknologi *digital signal processing* dengan kemajuan teknologi PC memungkinkan pengembangan alat ukur gas dengan biaya pengembangan yang murah.

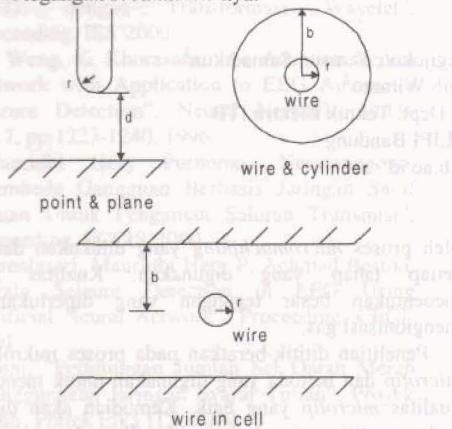
2. Field Ionization

Field ionization adalah keluarnya elektron dari atom atau molekul gas oleh adanya medan listrik yang besar yang menyebabkan gas terionisasi. Jenis ionisasi yang terjadi dapat bermacam-macam tergantung dari tegangan dan arus ionisasi yang terjadi. Pada sensor gas dengan metoda *field ionization*, ionisasi yang diinginkan adalah untuk membuat *corona* pada ujung *microtip*. Ionisasi *corona* yang terjadi ada pada daerah *dark discharge*.

Tegangan ionisasi yang diperlukan untuk membangkitkan corona pada ujung *microtip* lebih kecil dari tegangan breakdown-nya, tetapi mempunyai medan listrik lebih besar dari pada medan listrik breakdown. Kondisi ini tidak akan terjadi jika elektroda ionisasi yang digunakan berupa 2 pelat paralel karena sebelum terjadi corona, gas sudah mengalami breakdown duluan sehingga corona tidak akan terjadi. Untuk itu diperlukan elektroda ionisasi dengan geometri tertentu.

Beberapa geometri elektroda ionisasi yang sering digunakan adalah *point and plane*, *wire and cylinder* dan *wire in cell* yang kebanyakan digunakan pada sistem precipitator. Dari semua geometri elektroda tersebut di atas, salah satu elektrodanya mempunyai elektroda berupa

kawat halus atau ujung runcing yang berfungsi untuk menimbulkan medan listrik yang besar di sekitar permukaan elektrodanya. Walaupun medan listriknya besar, tetapi tegangan antar elektrodanya (tegangan ionisasi) < tegangan breakdown-nya.



Gbr. 1 Macam-macam geometri elektroda ionisasi.

Untuk sensor gas yang akan dikembangkan, geometri elektroda yang digunakan adalah *point and plane* yang diimplementasikan dengan *microtip* untuk *point* dan *cavity* untuk *plane*, lihat gbr. 1. Medan listrik yang terjadi di ujung *point* bergantung pada radius dari ujung *point*, *form factor* dan tegangan ionisasinya. Besarnya medan listrik dipermukaan ujung *point*, E_s dihitung dengan :

$$E_s = V_o/rF \text{ (Volt/m)} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$F = 1 - (r/d) \quad \dots \dots \dots (2)$$

dimana V_o = tegangan pada *point*, r = jari-jari ujung *point*, F = *form factor* dan d = jarak antar elektroda.

Ionisasi gas berupa *corona* dapat terjadi jika medan listrik di sekitar *point* lebih besar dari pada medan listrik *breakdown* untuk gas tersebut. Medan listrik *breakdown* untuk udara kering pada tekanan dan temperatur standar sekitar 3 MVolt/m. Jika digunakan *point electrode* dengan radius $r > 100 \mu\text{m}$ dan $k = 1$, maka tegangan ionisasi untuk pembentukan *corona*,

$$V_o > 3.10^{+6} \cdot 1.100.10^{-6} = 300 \text{ Volt.}$$

Tegangan ini sudah cukup kecil, tetapi agar sensor gas dapat bekerja pada tegangan yang rendah dan mudah diintegrasikan dengan rangkaian lain, misal penguat sinyal sensor, maka tegangan ionisasi ini belum cukup kecil. Dari persamaan (1) dapat dilihat bahwa dengan memperkecil radius r maka tegangan ionisasi dapat diturunkan. Jika diinginkan tegangan ionisasi ≤ 12 Volt, maka diperlukan radius r sebesar,

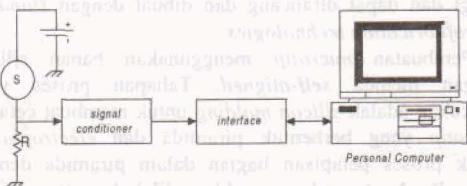
$$r \leq V_o/E_s F \text{ atau}$$

$$r \leq 12/(3.10^{+6} \cdot 1) = 4.10^{-6} \text{ m} = 4 \mu\text{m.}$$

Jadi untuk mendapatkan tegangan ionisasi ≤ 12 Volt diperlukan radius $r \leq 4 \mu\text{m}$.

Radius $4 \mu\text{m}$ terlalu kecil jika dibuat dengan teknologi mekanik konvensional. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk membuat *point* dengan radius $4 \mu\text{m}$ adalah dengan cara mikrofabrikasi dengan teknologi *micromachining* untuk fabrikasi IC CMOS dengan *standard microfabrication technologies*. Dengan teknologi *micromachining*, pembuatan *microtip* (*point*) dengan ukuran $r < 4 \mu\text{m}$ sudah bukan masalah lagi.

Besarnya arus ionisasi yang mengalir selama proses ionisasi gas tergantung dari jenis dan konsentrasi molekul gas yang ada disekitar *microtip*. Jenis gas akan menentukan tegangan ionisasi, sedangkan konsentrasi gas akan menentukan berapa jumlah ion gas yang akan terbentuk dan menghasilkan arus ionisasi. Parameter ini digunakan untuk mengidentifikasi molekul gas yang merupakan prinsip dari sensor gas dengan metoda *field ionization*. Sistem instrumentasi yang dikembangkan untuk sensor gas ini dapat dilihat pada gbr. 2.

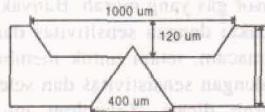


Gbr. 2 Sistem instrumentasi sensor gas.

3. Perancangan dan Fabrikasi *Microtip*

Dari pembahasan sebelumnya diketahui bahwa untuk membuat sensor gas dengan tegangan ionisasi ≤ 12 Volt diperlukan *microtip* dengan radius $\leq 4 \mu\text{m}$ dan *form factor* = 1. Dari [1] diketahui $r < 100 \text{ nm}$ dan $d > 400 \mu\text{m}$ atau $r/d < 0.00025$ sehingga $F = 1 - (r/d) \cong 1$.

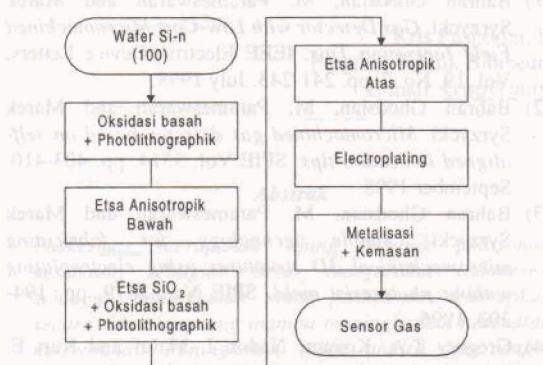
Pada pembuatan sensor gas direncanakan $r < 500 \text{ nm}$ dan $d \approx 500 \mu\text{m}$. Selain harga r dan harga d , faktor lainnya yang jadi pertimbangan perancangan adalah ukuran *wafer* yang tersedia dan arus ionisasi yang kecil, orde nA. Untuk mengatasi arus ionisasi yang kecil dirancang *sensor array* 10×10 . Ukuran sensor dapat dilihat pada gbr. 3.



Gbr.3 Ukuran sensor gas.

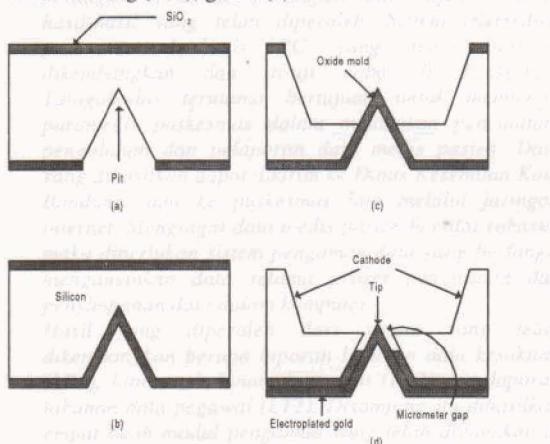
Pembuatan elektroda *microtip* merupakan bagian terpenting dari proses pembuatan sensor gas. Untuk membuat *microtip* dengan radius $< 500 \text{ nm}$, dilakukan secara mikrofabrikasi dengan teknologi *micromachining*. Implementasi dilakukan dengan Si-n (100), *double side polished* dengan metoda *self-aligned* [2].

Microtip mempunyai bentuk piramida. Pembuatan piramida dilakukan dengan membuat *cavity* dengan proses etsa anisotropik, kemudian melapisi bagian dalam *cavity* dengan SiO_2 dan Ni. SiO_2 berfungsi sebagai isolator dan Ni berfungsi sebagai elektroda. Terdapat beberapa proses pengerjaan dalam pembuatan sensor gas ini, lihat gbr 4.



Gbr.4 Tahapan proses pembuatan sensor gas

Proses pertama yang dilakukan adalah oksidasi silikon untuk menumbuhkan lapisan SiO_2 sebagai *masking layer*. Berikutnya adalah proses etsa anisotropic lapisan bawah untuk membuat *cavity* yang berfungsi sebagai *silicon molding* untuk membuat *microtip*. Larutan peng-etsa akan terus mengetsa Si (100) dan berhenti setelah larutan ketemu dengan bidang (111) atau *etch rate* menurun saat ketemu bidang (111), gbr. 5 (a).



Gbr.5. Tahapan mikrofabrikasi *microtip* [1].

Lapisan SiO_2 pada kedua sisi dihilangkan kemudian dioksidasi lagi untuk menumbuhkan lapisan SiO_2 yang berfungsi sebagai isolator antara Silikon-n dengan lapisan Ni yang akan ditumbuhkan kemudian, gbr. 5 (b). Membuat jendela pada lapisan atas SiO_2 untuk etsa anisotropik

lapisan atas. Proses etsa dihentikan pada kedalaman 120 μm , gbr. 5 (c).

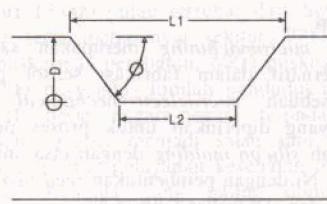
Untuk mendapatkan kedalaman 120 μm dilakukan dengan cara memperkirakan waktu etsa larutan dengan *etch rate*-nya dan pengukuran lebar bidang yang terjadi. Perhitungan kedalaman bidang berdasarkan lebar bidang dan sudut antara bidang (111) dengan bidang (100).

Pengukuran lebar bidang dilakukan dengan meletakkan *wafer* yang sedang di-etsa dibawah mikroskop yang dilengkapi dengan alat ukur. Hubungan antara lebar bidang yang terjadi dengan kedalaman bidang adalah sebagai berikut :

$$D = (L_1 - L_2) \cdot \operatorname{tg}\phi / 2 \quad (3)$$

dimana D = kedalaman bidang yang diinginkan, L_1 = lebar jendela pada SiO_2 , L_2 = lebar bidang hasil etsa dan $\phi = 54.74^\circ$, sudut antara bidang (100) dengan bidang (111), lihat gbr. 4..

Langkah berikutnya adalah proses *electroplating* bagian dalam *microtip* dengan Ni. Proses *electroplating* ada 2 tahap, yaitu penumbuhan *seed layer* pada lapisan SiO_2 dengan *sputtering* logam Al dan proses *plating* yaitu pelapisan *seed layer* dengan Ni dengan cara elektrolisa. Pelapisan SiO_2 dengan Al dimaksudkan agar lapisan SiO_2 dapat dialiri listrik untuk elektrolisa Ni. Berikutnya ialah menghilangkan lapisan SiO_2 yang tersisa, gbr. 5 (d).



Gbr. 6 Dimensi *cavity* yang terpotong.

Proses terakhir adalah proses metalisasi untuk pembuatan *pad* kontak pada *microtip* sebagai elektroda positif dan *pad* kontak pada Si-n sebagai elektroda negatif. Kemudian memberi kemasan untuk menutup sensor dari udara luar dengan dilengkapi saluran input dan output untuk tempat masuk dan keluar gas yang akan diukur.

Dalam pembuatan sensor gas dengan metoda *field ionization* ini terdapat beberapa masalah yang perlu diperhatikan dengan baik yaitu

- 1) Pembuatan film dengan ketelitian yang memadai.
- 2) Cara sinkronisasi lapisan atas dengan lapisan bawah.
- 3) Orientasi *wafer* menentukan ukuran pola segiempat.
- 4) Tahapan proses metalisasi, apakah setelah etsa ke-1 atau setelah etsa ke-2.

Keempat hal tersebut di atas akan menjadi masalah jika proses pengerjaan dilakukan secara manual. Hal kesatu akan menentukan ukuran *cavity* yang akan menentukan kedalaman *cavity*.

Hal kedua dan ketiga akan menjadi masalah jika sensor dibuat secara manual untuk skala percobaan dan dibuat pada potongan *wafer* yang tidak utuh. Hal keempat terjadi jika tidak mempunyai fasilitas untuk meng-etsa lapisan atas dan lapisan bawah *wafer* satu persatu. Jika proses pembuatan sensor ini dilakukan menurut gbr. 2, kemungkinan besar *microtip* yang terjadi tidak akan menghasilkan radius *microtip* yang kecil.

4. Hasil Yang Diperoleh

Saat ini penelitian ada pada tahap pembuatan *cavity* sebagai *silicon molding* dengan etsa anisotropik untuk membuat cetakan *microtip*. Hasil yang diperoleh belum berupa *cavity* dengan ujung yang runcing berupa titik, tetapi masih berupa bidang segi empat dengan luas $\approx 10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$. Jadi belum berupa cetakan *microtip* dengan radius yang diinginkan.

Berhasilnya memperoleh *microtip* dengan radius $r \leq 4 \mu\text{m}$ disebabkan karena kesalahan dalam menentukan waktu proses anisotropik dan penggunaan larutan etsa. Untuk mengatasi masalah ini penulis sedang mencoba beberapa solusi yang dapat digunakan, diantaranya dengan pengaturan konsentrasi larutan pengetsa jika waktu etsa sudah tercapai tetapi *cavity* yang diinginkan belum tercapai.

5. Kesimpulan

Teknologi *micromachining* merupakan salah satu teknologi alternatif dalam fabrikasi sensor gas yang merupakan sebuah *microelectromechanical systems*.

Tahapan yang diperlukan untuk proses pembuatan sensor ini ialah *silicon molding* dengan etsa anisotropik, elektroplating Ni dengan pembentukan *seed layer* dengan *sputtering* AL dan elektrolisa lapisan Ni.

Keuntungan dari teknologi *micromachining* dengan bahan silikon adalah harga murah untuk produksi masal dengan proses mikrofabrikasi sehingga mempunyai sensitifitas yang tinggi. Salah satu aplikasinya adalah fabrikasi *microtip* dengan teknologi *micromachining* untuk sensos gas dengan metoda *field ionization*.

Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat merancang dan membuat sensor gas dengan metoda *field ionization* yang dapat digunakan sebagai sensor pada instrumentasi gas. Untuk kedepannya diharapkan dapat merancang berbagai *MEMS device*. Penelitian dilakukan di Telkoma LIPI dan *Device and IC Processing Laboratory* PPAU Mikroelektronika ITB.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih atas segenap bantuan dan fasilitas laboratorium yang telah diberikan oleh Puslitbang Telkoma LIPI dalam penelitian ini.

Ucapan terimakasih disampaikan pula kepada Dept. Teknik Elektro ITENAS, *Device and IC Processing*

Laboratory PPAU Mikroelektronika ITB, dan Lab. Elektronika dan Komponen, Dept. Teknik Elektro ITB atas segala bantuananya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Daftar Pustaka

- 1) Bahran Ghodsian, M. Parameswaran and Marek Syrzycki. *Gas Detector with Low-Cost Micromachined Field Ionization Tips*. IEEE Electron Device Letters, Vol. 19, No. 7, pp. 241-243. July 1998.
- 2) Bahran Ghodsian, M. Parameswaran and Marek Syrzycki. *Micromachined gas detector based on self-aligned ionization tips*. SPIE Vol. 3514, pp. 403-410. September 1998.
- 3) Bahran Ghodsian, M. Parameswaran and Marek Syrzycki. *Simple technology for fabricating micromechanical 3D structures using electroplating without photoresist mold*. SPIE Vol. 2879, pp. 194-203. 1996.
- 4) Gregory T.A. Kovacs, Nadim I. Maluf and Kurt E. Petersen. *Bulk micromachining of silicon*, Proceedings of the IEEE, Vol. 86, No.8, August 1998.
- 5) In-Jae Chung. Design and Fabrication of Field Emitter Arrays for Flat Panel Display Application. PhD. dissertation, University of South Australia. February 1997.
- 6) M.J. Madau and S.R. Morrison. *High Field Operation of submicrometer devices at atmospheric pressure*. Transducer '91, pp.145-149.



Host Organizer

**Electronic Engineering Polytechnic
Institute of Surabaya - EEPIS**

Kampus ITS, Keputih, Sukolilo
Surabaya - 60111, Indonesia
Tel. +62-31-5947280, 5999325 ext 16;
Fax. +62-31-5946114
email: pens@eepis-its.edu
<http://www.eepis-its.edu>

This Proceeding is
designed by: Mohammad Hadi Ismananto,
and printed by: CV Cakrawala
In Surabaya, Hero City.



Perancangan dan Pembuatan Microtip sebagai Elektroda Ionisasi Pada Sensor Gas

By Nana Subarna

Perancangan dan Pembuatan *Microtip* sebagai Elektroda Ionisasi Pada Sensor Gas

Oleh : Nana Subarna¹, Soegijardjo Soegijoko², Samaun Samadikun²
Adang Suwandi², Goib Wiranto³

Abstrak

Dalam makalah ini dibahas pengembangan sensor gas dengan teknologi *micromachining* metoda *field ionization*. Keuntungan dari sensor gas ini adalah murah, sensitivitas tinggi dan dapat dirancang dan dibuat dengan *standard microfabrication technologies*.

Pembuatan *microtip* menggunakan bahan silikon dengan metoda *self-aligned*. Tahapan proses yang dilakukan adalah *silicon molding* untuk membuat cetakan *microtip* yang berbentuk piramida dan *electroplating* untuk proses pelapisan bagian dalam piramida dengan emas. Pembuatan *silicon molding* dilakukan dengan etsa anisotropik basah.

Saat ini penelitian ada pada tahap pembuatan *silicon molding* dan pencarian metoda terbaik untuk memperoleh *microtip* yang benar-benar runcing ($r \leq 4 \mu\text{m}$). Dari penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan prototipe sensor gas metoda *field ionization*.

Keywords: *micromachining*, *field ionization*, *microtip*, sensor gas, *self-aligned*, and *silicon molding*.

1. Pendahuluan

Masalah utama dalam membuat sistem pemantauan udara dengan komponen utama alat ukur gas adalah mendapatkan sensor gas yang murah. Banyak terdapat alat ukur yang siap pakai dengan sensitivitas dan selektivitas yang bermacam-macam, tetapi untuk membuat alat ukur gas yang murah dengan sensitivitas dan selektivitas yang tinggi masih susah dicari. Teknologi *micromachining* adalah salah satu alternatif pemecahan untuk mendapatkan sensor gas dengan harga murah yang dibuat secara masal dan sensitivitas yang tinggi dengan proses mikrofabrikasi.

Sensor gas yang dikembangkan merupakan sebuah *microelectromechanical systems* (MEMS) yang di proses dengan teknik *micromachining* dengan bahan silikon. Sensor terdiri dari elektroda positif berupa *microtip* dan elektroda negatif. Kualitas *microtip* sangat ditentukan oleh proses *micromachining* yang dilakukan dan proses setiap tahap yang digunakan. Kualitas *microtip* menentukan besar tegangan yang diperlukan untuk mengionisasi gas.

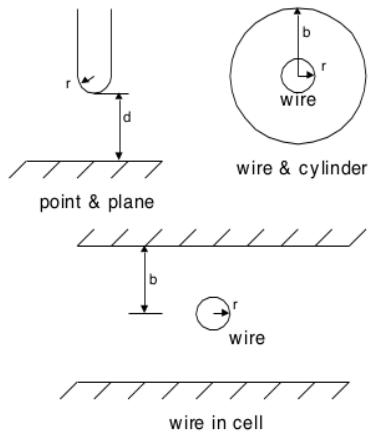
Penelitian dititik-beratkan pada proses mikrofabrikasi *microtip* dan metoda yang digunakan untuk mendapatkan kualitas *microtip* yang baik. Kemudian akan diteruskan pada penelitian sinyal yang dihasilkan dari arus ionisasi gas yaitu menganalisa arus ionisasi dengan *digital signal processing* hasil ionisasi gas. Informasi arus ionisasi dengan bantuan perangkat lunak komputer, digunakan untuk memperbaiki selektivitas sensor, terutama jika gas yang dideteksi lebih dari satu jenis. Penggunaan teknologi *digital signal processing* dengan kemajuan teknologi PC memungkinkan pengembangan alat ukur gas dengan biaya pengembangan yang murah.

2. Field Ionization

Field ionization adalah keluarnya elektron dari atom atau molekul gas oleh adanya medan listrik yang besar yang menyebabkan gas terionisasi. Jenis ionisasi yang terjadi dapat bermacam-macam tergantung dari tegangan dan arus ionisasi yang terjadi. Pada sensor gas dengan metoda *field ionization*, ionisasi yang diinginkan adalah untuk membuat *corona* pada ujung *microtip*. Ionisasi *corona* yang terjadi ada pada daerah *dark discharge*.

Tegangan ionisasi yang diperlukan untuk membangkitkan *corona* pada ujung *microtip* lebih kecil dari tegangan *breakdown*-nya, tetapi mempunyai medan listrik lebih besar dari pada medan listrik *breakdown*. Kondisi ini tidak akan terjadi jika elektroda ionisasi yang digunakan berupa 2 pelat paralel karena sebelum terjadi *corona*, gas sudah mengalami *breakdown* duluan sehingga *corona* tidak akan terjadi. Untuk itu diperlukan elektroda ionisasi dengan geometri tertentu.

Beberapa geometri elektroda ionisasi yang sering digunakan adalah *point and plane*, *wire and cylinder* dan *wire in cell* yang kebanyakan digunakan pada sistem *precipitator*. Dari semua geometri elektroda tersebut di atas, salah satu elektrodanya mempunyai elektroda berupa kawat halus atau ujung runcing yang berfungsi untuk menimbulkan medan listrik yang besar di sekitar permukaan elektrodanya. Walaupun medan listriknya besar, tetapi tegangan antar elektrodanya (tegangan ionisasi) < tegangan *breakdown*-nya.



Gbr. 1 Macam-macam geometri elektroda ionisasi.

Untuk sensor gas yang akan dikembangkan, geometri elektroda yang digunakan adalah *point and plane* yang diimplementasikan dengan *microtip* untuk *point* dan *cavity* untuk *plane*, lihat gbr. 1. Medan listrik yang terjadi di ujung *point* bergantung pada radius dari ujung *point*, *form factor* dan tegangan ionisasinya. Besarnya medan listrik dipermukaan ujung *point*, E_s dihitung dengan :

$$E_s = V_0/rF \text{ (Volt/m)} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$F = 1 - (r/d)$$

(2)

dimana V_O = tegangan pada *point*, r = jari-jari ujung *point*, F = *form factor* dan d = jarak antar elektroda.

Ionisasi gas berupa *corona* dapat terjadi jika medan listrik di sekitar *point* lebih besar dari pada medan listrik *breakdown* untuk gas tersebut. Medan listrik *breakdown* untuk udara kering pada tekanan dan temperatur standar sekitar 3 MVolt/m. Jika digunakan *point electrode* dengan radius $r > 100 \mu\text{m}$ dan $k = 1$, maka tegangan ionisasi untuk pembentukan *corona*,

$$V_O > 3 \cdot 10^{+6} \cdot 1.100 \cdot 10^{-6} = 300 \text{ Volt.}$$

Tegangan ini sudah cukup kecil, tetapi agar sensor gas dapat bekerja pada tegangan yang rendah dan mudah di-integrasikan dengan rangkaian lain, misal penguat sinyal sensor, maka tegangan ionisasi ini belum cukup kecil. Dari persamaan (1) dapat dilihat bahwa dengan memperkecil radius r maka tegangan ionisasi dapat diturunkan. Jika diinginkan tegangan ionisasi $\leq 12\text{ Volt}$, maka diperlukan radius r sebesar.

$$r \leq V_0/E_s F$$
 atau

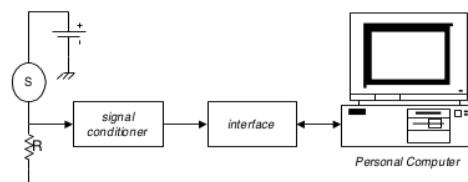
$$r \leq 12/(3 \cdot 10^{+6} \cdot 1) \equiv 4 \cdot 10^{-6} \text{ m} \equiv 4 \text{ } \mu\text{m}.$$

Jadi untuk mendapatkan tegangan ionisasi ≤ 12 Volt diperlukan radius $r \leq 4 \mu\text{m}$.

Radius 4 μm terlalu kecil jika dibuat dengan teknologi mekanik konvensional. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk membuat *point* dengan radius 4 μm adalah dengan cara mikrofabrikasi dengan teknologi

micromachining untuk fabrikasi IC CMOS dengan standard *microfabrication technologies*. Dengan teknologi *micromachining*, pembuatan *microtip (point)* dengan ukuran $r < 4 \mu\text{m}$ sudah bukan masalah lagi.

Besarnya arus ionisasi yang mengalir selama proses ionisasi gas tergantung dari jenis dan konsentrasi molekul gas yang ada disekitar *microtip*. Jenis gas akan menentukan tegangan ionisasi, sedangkan konsentrasi gas akan menentukan berapa jumlah ion gas yang akan terbentuk dan menghasilkan arus ionisasi. Parameter ini digunakan untuk meng-identifikasi molekul gas yang merupakan prinsip dari sensor gas dengan metoda *field ionization*. Sistem instrumentasi yang dikembangkan untuk sensor gas ini dapat dilihat pada gbr. 2.

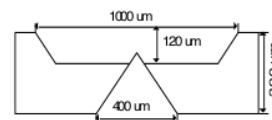


Gbr. 2 Sistem instrumentasi sensor gas.

3. Perancangan dan Fabrikasi *Microtip*

Dari pembahasan sebelumnya diketahui bahwa untuk membuat sensor gas dengan tegangan ionisasi ≤ 12 Volt diperlukan *microtip* dengan radius $\leq 4 \mu\text{m}$ dan *form factor* = 1. Dari [1] diketahui $r < 100 \text{ nm}$ dan $d > 400 \mu\text{m}$ atau $r/d < 0.00025$ sehingga $F = 1 - (r/d) \approx 1$.

Pada pembuatan sensor gas direncanakan $r < 500$ nm dan $d \approx 500$ μm . Selain harga r dan harga d, faktor lainnya yang jadi pertimbangan perancangan adalah ukuran *wafer* yang tersedia dan arus ionisasi yang kecil, orde nA. Untuk mengatasi arus ionisasi yang kecil dirancang *sensor array* 10×10 . Ukuran sensor dapat dilihat pada gbr. 3.

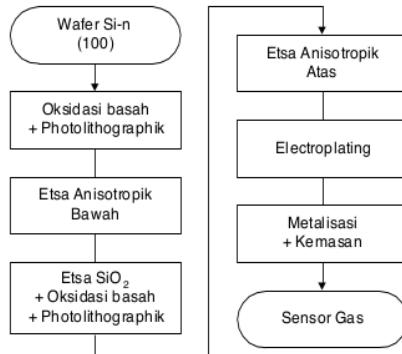


Gbr.3 Ukuran sensor gas.

Pembuatan elektroda *microtip* merupakan bagian terpenting dari proses pembuatan sensor gas. Untuk membuat *microtip* dengan radius < 500 nm, dilakukan secara mikrofabrikasi dengan teknologi *micromachining*. Implementasi dilakukan dengan Si-n (100), *double side polished* dengan metoda *self-aligned* [2].

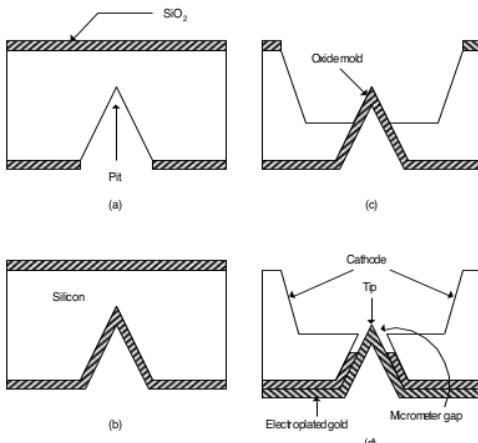
Microtip mempunyai bentuk piramida. Pembuatan piramida dilakukan dengan membuat *cavity* dengan proses etsa anisotropik, kemudian melapisi bagian dalam *cavity* dengan SiO_2 dan Ni. SiO_2 berfungsi sebagai isolator dan

Ni berfungsi sebagai elektroda. Terdapat beberapa proses penggerjaan dalam pembuatan sensor gas ini, lihat gbr 4.



Gbr.4 Tahapan proses pembuatan sensor gas

Proses pertama yang dilakukan adalah oksidasi silikon untuk menumbuhkan lapisan SiO_2 sebagai *masking layer*. Berikutnya adalah proses etsa anisotropic lapisan bawah untuk membuat *cavity* yang berfungsi sebagai *silicon molding* untuk membuat *microtip*. Larutan peng-etsa akan terus mengetsa Si (100) dan berhenti setelah larutan ketemu dengan bidang (111) atau *etch rate* menurun saat ketemu bidang (111), gbr. 5 (a).



Gbr.5. Tahapan mikrofabrikasi *microtip* [1].

Lapisan SiO_2 pada kedua sisi dihilangkan kemudian dioksidasi lagi untuk menumbuhkan lapisan SiO_2 yang berfungsi sebagai isolator antara Silikon-n dengan lapisan Ni yang akan ditumbuhkan kemudian, gbr. 5 (b). Membuat jendela pada lapisan atas SiO_2 untuk etsa anisotropic lapisan atas. Proses etsa dihentikan pada kedalaman 120 μm , gbr. 5 (c).

Untuk mendapatkan kedalaman 120 μm dilakukan dengan cara memperkirakan waktu etsa larutan dengan *etch rate*-nya dan pengukuran lebar bidang yang terjadi.

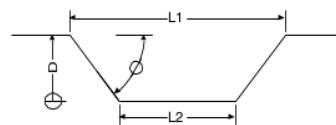
Perhitungan kedalaman bidang berdasarkan lebar bidang dan sudut antara bidang (111) dengan bidang (100).

Pengukuran lebar bidang dilakukan dengan meletakkan wafer yang sedang di-etsa dibawah mikroskop yang dilengkapi dengan alat ukur. Hubungan antara lebar bidang yang terjadi dengan kedalaman bidang adalah sebagai berikut :

$$D = (L_1 - L_2) \cdot \operatorname{tg}\phi/2 \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

dimana D = kedalaman bidang yang diinginkan, L_1 = lebar jendela pada SiO_2 , L_2 = lebar bidang hasil etsa dan $\phi = 54.74^\circ$, sudut antara bidang (100) dengan bidang (111), lihat gbr. 4..

Langkah berikutnya adalah proses *electroplating* bagian dalam *microtip* dengan Ni. Proses *electroplating* ada 2 tahap, yaitu penumbuhan *seed layer* pada lapisan SiO_2 dengan *sputtering* logam Al dan proses *plating* yaitu pelapisan *seed layer* dengan Ni dengan cara elektrolisa. Pelapisan SiO_2 dengan Al dimaksudkan agar lapisan SiO_2 dapat dialiri listrik untuk elektrolisa Ni. Berikutnya ialah menghilangkan lapisan SiO_2 yang tersisa, gbr. 5 (d).



Gbr. 6 Dimensi *cavity* yang terpotong.

Proses terakhir adalah proses metalisasi untuk pembuatan *pad* kontak pada *microtip* sebagai elektroda positif dan *pad* kontak pada Si-n sebagai elektroda negatif. Kemudian memberi kemasan untuk menutup sensor dari udara luar dengan dilengkapi saluran input dan output untuk tempat masuk dan keluar gas yang akan diukur.

Dalam pembuatan sensor gas dengan metoda *field ionization* ini terdapat beberapa masalah yang perlu diperhatikan dengan baik yaitu

- 1) Pembuatan film dengan ketelitian yang memadai.
- 2) Cara sinkronisasi lapisan atas dengan lapisan bawah.
- 3) Orientasi wafer menentukan ukuran pola segiempat.
- 4) Tahapan proses metalisasi, apakah setelah etsa anisotropik ke-1 atau setelah etsa ke-2.

Ke-empat hal tersebut di atas akan menjadi masalah jika proses penggerjaan dilakukan secara manual. Hal kesatu akan menentukan ukuran *cavity* yang akan menentukan kedalaman *cavity*.

Hal kedua dan ketiga akan menjadi masalah jika sensor dibuat secara manual untuk skala percobaan dan dibuat pada potongan wafer yang tidak utuh. Hal ke-empat terjadi jika tidak mempunyai fasilitas untuk meng-etsa lapisan

atas dan lapisan bawah *wafer* satu persatu. Jika proses pembuatan sensor ini dilakukan menurut gbr. 2, kemungkinan besar *microtip* yang terjadi tidak akan menghasilkan radius *microtip* yang kecil.

4. Hasil Yang Diperoleh

Saat ini penelitian ada pada tahap pembuatan *cavity* sebagai *silicon molding* dengan etsa anisotropik untuk membuat cetakan *microtip*. Hasil yang diperoleh belum berupa *cavity* dengan ujung yang runcing berupa titik, tetapi masih berupa bidang segi empat dengan luas $\approx 10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$. Jadi belum berupa cetakan *microtip* dengan radius yang diinginkan.

Belum berhasilnya memperoleh *microtip* dengan radius $r \leq 4 \mu\text{m}$ disebabkan karena kesalahan dalam menentukan waktu proses anisotropik dan penggunaan larutan etsa. Untuk mengatasi masalah ini penulis sedang mencoba beberapa solusi yang dapat digunakan, diantaranya dengan pengaturan konsentrasi larutan pengetsa jika waktu etsa sudah tercapai tetapi *cavity* yang diinginkan belum tercapai.

5. Kesimpulan

Teknologi *micromachining* merupakan salah satu teknologi alternatif dalam fabrikasi sensor gas yang merupakan sebuah *microelectromechanical systems*.

Tahapan yang diperlukan untuk proses pembuatan sensor ini ialah *silicon molding* dengan etsa anisotropik, *elektroplating* Ni dengan pembentukan *seed layer* dengan *sputtering* AL dan elektrolisa lapisan Ni.

Keuntungan dari teknologi *micromachining* dengan bahan silikon adalah harga murah untuk produksi masal dengan proses mikrofabrikasi sehingga mempunyai sensitifitas yang tinggi. Salah satu aplikasinya adalah fabrikasi *microtip* dengan teknologi *micromachining* untuk sensos gas dengan metoda *field ionization*.

Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat merancang dan membuat sensor gas dengan metoda *field ionization* yang dapat digunakan sebagai sensor pada instrumentasi gas. Untuk kedepannya diharapkan dapat merancang berbagai *MEMS device*. Penelitian dilakukan di Telkoma LIPI dan *Device and IC Processing Laboratory* PPAU Mikroelektronika ITB.

Perancangan dan Pembuatan Microtip sebagai Elektroda Ionisasi Pada Sensor Gas

ORIGINALITY REPORT

0%
SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1 pt.scribd.com
Internet

9 words – < 1%

EXCLUDE QUOTES

OFF

EXCLUDE MATCHES

OFF

EXCLUDE BIBLIOGRAPHY

OFF