

RANCANGAN DAN PEMBUATAN TABUNG IRADIASI PADA FASILITAS IRADIASI SILIKON DOPING RSG-GAS

Putut Hery Setiawan¹, Dedy Haryanto², Djaruddin Hasibuan¹, Edy Karyanta¹
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir¹
Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir²

ABSTRAK

RANCANGAN DAN PEMBUATAN TABUNG IRADIASI PADA FASILITAS IRADIASI SILIKON DOPING RSG-GAS. Dalam rangka peningkatan mutu fasilitas iradiasi silikon doping RSG-GAS di Pusat Reaktor Serba Guna Serpong, telah dilakukan rancangan dan pembuatan tabung iradiasi pada fasilitas tersebut. Pelaksanaan yang dilakukan meliputi perubahan diameter tabung iradiasi dari 177,8 mm (7 inch) menjadi 127 mm (5 inch). Untuk merealisasikan perbaikan dibutuhkan pipa Aluminium diameter nominal 5 inch sepanjang 1 m dan plat Aluminium dengan ukuran 500 x 500 x 50 mm satu lembar. Hasil rancangan yang diperoleh adalah sebuah tabung iradiasi yang mampu memuat silikon ingot berdiameter 127 mm (5 inch) dengan panjang 300 mm. Dengan rancangan yang dilakukan diharapkan kualitas silikon ingot yang diiradiasi dapat memenuhi persyaratan yang diajukan oleh pengguna.

Kata kunci : Perancangan, pembuatan, silikon.

ABSTRACT

A DESIGN AND CONSTRUCTION OF IRRADIATION TUBE FOR IRRADIATION DOPING SILICON RSG-GAS FACILITY. In order to improve the quality of silicon doping irradiation facility at the Center for RSG-GAS Reactor Serba Guna Serpong, some of its tube irradiation facility. Implementation of the carried out by changing the diameter of the tube irradiation from 177,8 mm (7 inches) to 127 mm (5 inch). The construction of the design requires Aluminum pipe nominal diameter 5 inches long and 1 m aluminum plate with a size of 500 x 500 x 50 mm single sheet. The results of the design is a tube that is able to contain irradiated silicon ingots with diameter of 127 mm (5 inch) with such a length of 300 mm. With design modifications, it is expected that the quality of the irradiated silicon ingots meets the requirements posed by users.

Keywords: Design, manufacture, silicon

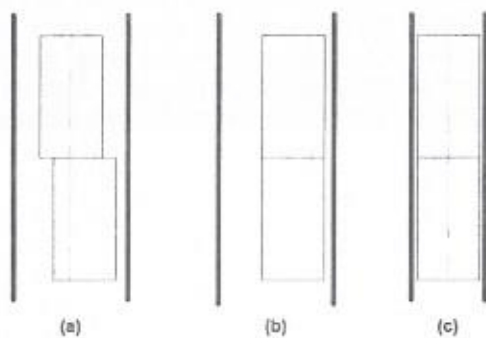
I. PENDAHULUAN

Tabung iradiasi fasilitas iradiasi silikon doping adalah suatu komponen yang berfungsi sebagai tabung iradiasi pembungkus silikon ingot yang akan diiradiasi. Selain berfungsi sebagai pembungkus, tabung ini juga berfungsi untuk mempertahankan posisi silikon ingot agar tetap terjaga pada satu posisi tertentu dimana sumbu silikon ingot berimpit dengan sumbu tabung. Hal ini dimaksudkan agar dalam pelaksanaan proses iradiasi, semua permukaan silikon ingot dapat menerima hamburan neutron secara merata.

Dari hasil percobaan iradiasi terdahulu, diperoleh bahwa homogenitas resistiviy

silikon paska iradiasi belum memenuhi persyaratan yang diijinkan. Untuk mengatasi kendala tersebut perlu dilakukan penelitian ulang untuk mengetahui penyebab terjadinya penyimpangan tersebut. Dari hasil penelitian yang dilakukan diprediksi bahwa penyebab terjadinya penyimpangan tersebut adalah karena terjadinya pergeseran silikon ingot pada saat pelaksanaan proses iradiasi. Pergeseran yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh celah yang terlalu lebar antara silikon ingot yang berdiameter 5 inch dengan diameter dalam tabung iradiasi yang di desain 7 inch.^[2] Keberadaan celah yang terlalu lebar ini memungkinkan terjadinya

perpindahan silikon ingot merapat pada salah satu sisi tabung dan merenggang pada sisi yang lain sehingga hamburan neutron akan mengenai silikon ingot secara tidak merata pada seluruh permukaan luar silikon yang diiradiasi. Kemungkinan lain adalah terjadinya pergeseran pada setiap lempengan silikon yang mengakibatkan tidak tersusunnya semua lempengan silikon pada satu sumbu tertentu dan menjadi kendala pada penyerapan neutron oleh silikon yang diiradiasi, seperti diperlihatkan pada Gambar 1 berikut.

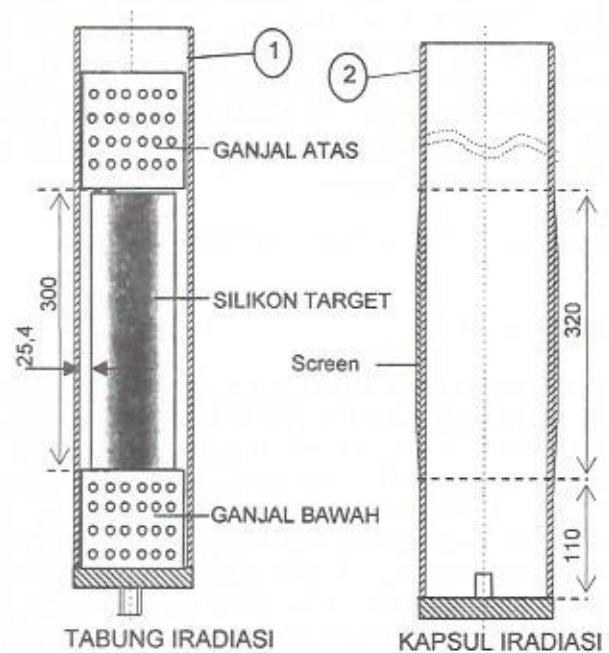


Gambar 1. Pergeseran silikon di dalam tabung iradiasi

Untuk mengatasi kendala tersebut telah dirancang suatu tabung iradiasi yang dapat mencegah terjadinya pergeseran silikon ingot mendekati salah satu sisi bagian dalam tabung ataupun pergeseran silikon yang dapat mengakibatkan tidak sepusatnya lempengan silikon tersebut. Dalam rancangan ini dibuat celah antara silikon ingot dengan dinding dalam tabung seminimum mungkin (0.5 mm), sehingga kemungkinan terjadinya pergeseran silikon pada saat proses iradiasi semakin kecil. Berdasarkan rancangan yang dibuat, tabung iradiasi silikon diwujudkan dalam bentuk nyata dengan melakukan pabrikan di bengkel mekanik PTRKN-BATAN. Dengan tabung iradiasi yang dibuat diharapkan mutu silikon ingot yang diiradiasi di fasilitas iradiasi silikon doping RSG-GAS dapat ditingkatkan sehingga memenuhi persyaratan yang diinginkan oleh pengguna.

II. TEORI

Parameter yang dibutuhkan dalam pelaksanaan rancangan tabung iradiasi fasilitas iradiasi silikon doping ini adalah parameter dari fasilitas iradiasi silikon doping itu sendiri berupa diameter tabung iradiasi silikon yang tersedia dan posisi tapis yang terpasang pada bagian tabung penopang, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tabung Iradiasi dan Kapsul Iradiasi

Dari Gambar 2 di atas terlihat bahwa celah antara silikon ingot dengan dinding bagian dalam tabung adalah 1 inch (25,4 mm). Tabung iradiasi ini terbuat dari AlMg berbentuk silinder dengan diameter dalam 7 inch, sedangkan silikon ingot terbuat dari silikon murni pejal dengan diameter 5 inch. Parameter lain yang dibutuhkan adalah posisi tapis yang menempel pada tabung pendukung, terbuat dari baja tahan karat (SS 316) dengan ketebalan yang bervariasi. Tabung ini dipasang pada posisi 110 mm di atas permukaan alas tabung hingga mencapai ketinggian 440 mm⁽¹⁾.

Untuk melakukan rancangan dan pembuatan tabung iradiasi baru ini,

disusun suatu rancangan dengan membuat celah antara silikon ingot dan dinding dalam tabung iradiasi setipis mungkin (0,5 mm) dan memposisikan silikon ingot pada posisi daerah tertapis. Bahan baku pembuatan tabung disesuaikan dengan bahan tabung yang tersedia yaitu dari AlMg.

Dengan ketentuan yang dikemukakan di atas, proses perancangan hingga proses pabrikan telah dapat dilakukan.

III. TUJUAN DAN MANFAAT KEGIATAN MEKANIK.

Tujuan Kegiatan mekanik dalam penelitian "Peningkatan Kualitas fasilitas Iradiasi Neutron Silikon Doping RSG-GAS untuk Produksi Semikonduktor Bermutu Tinggi" ini adalah untuk mendapatkan tabung iradiasi, agar fasilitas iradiasi silikon doping RSG-GAS dapat beroperasi dengan baik dan menghasilkan bahan semikonduktor bermutu tinggi yang memenuhi syarat untuk industry semikonduktor. Dengan tersedianya tabung iradiasi ini akan bermanfaat untuk meningkatkan mutu pelayanan BATAN kepada masyarakat pengguna.

IV. METODE DAN TATA KERJA RANCANGAN DAN PEMBUATAN

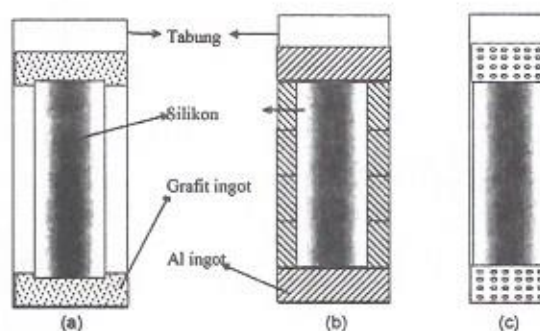
Metode pelaksanaan rancangan dan pembuatan dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut.

1. Membuat beberapa rancangan awal yang mungkin.
2. Mengevaluasi setiap rancangan awal yang telah dibuat.
3. Menentukan spesifikasi bahan
4. Melakukan fabrikasi.

- 1) Membuat beberapa rancangan awal yang mungkin

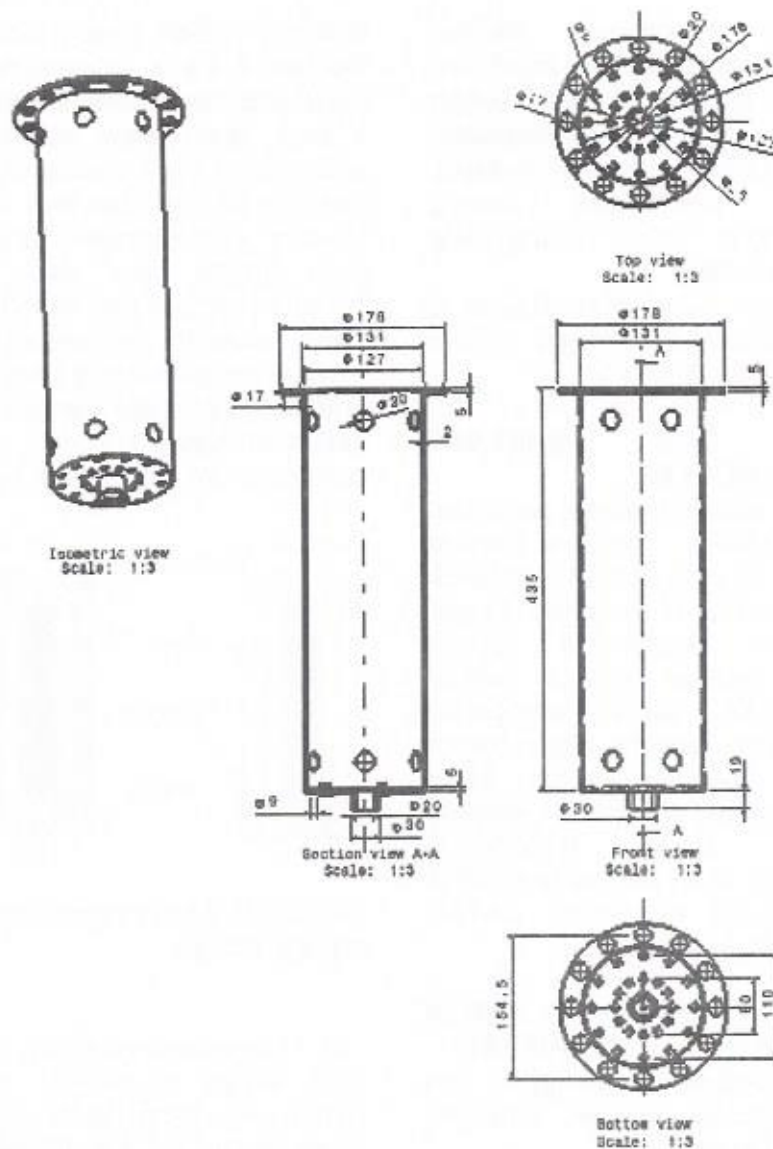
Pelaksanaan rancangan tabung iradiasi silikon doping ini diawali dengan pembuatan beberapa konsep rancangan yang mungkin dapat dibuat. Persyaratan yang harus dipenuhi adalah rancangan mampu mempertahankan posisi silikon pada posisi yang diinginkan, yaitu sepusat dengan tabung iradiasi dan berada pada posisi tertapis di dalam tabung iradiasi. Beberapa rancangan yang mungkin

tersebut adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pada rancangan (3a) dan (3b), dipertahankan tabung iradiasi berdiameter 7 inch, akan tetapi diperlukan penahan silikon ingot yang ditempatkan pada celah diantara silikon ingot dan tabung. Untuk Gambar (3a) penahan terbuat dari grafit pejal (Ingot), dan untuk Gambar (3b) penahan terbuat dari Al ingot. Sedangkan pada konsep rancangan (C), tabung diganti dengan tabung baru, dengan celah antara silikon ingot dengan tabung dibuat setipis mungkin (0,5 mm). Ketiga konsep rancangan ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Aneka ragam konsep desain tabung iradiasi

- 2) Mengevaluasi setiap rancangan
Dari ketiga rancangan yang diajukan, hanya satu yang dipilih untuk digunakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi agar rancangan terbaik dapat ditentukan. Dasar pertimbangan untuk melakukan evaluasi adalah sifat material yang digunakan dan bentuk rancangan. Untuk rancangan (3a) dan (3b), dengan sifat karbon yang memantulkan neutron dan bentuk rancangan yang menghambat aliran pendingin, diputuskan untuk tidak memilih kedua bentuk rancangan ini. Rancangan yang dipilih adalah rancangan seperti ditunjukkan pada Gambar (3c), yang disempurnakan menjadi rancangan rinci seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan Rinci Tabung Iradiasi

3) Penentuan spesifikasi bahan dan alat.

Dengan berpedoman pada Gambar 4 di atas, serta ketentuan-ketentuan yang

harus dipenuhi untuk material dan alat yang akan digunakan dalam rancangan tabung iradiasi silikon doping RSG-GAS ini, maka spesifikasi bahan yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Material/Bahan Pembuatan tabung iradiasi silikon

No	MATERIAL / BAHAN	SATUAN	JUMLAH	HPS[Rp]	JUMLAH [Rp]
1	Pipa Aluminium d=5", panjang L=1200 mm	Kg	13	200.000	2.600.000
2	Pipa Aluminium d = 5", panjang L = 1200 mm	Kg	4	200.000	800.000
3	Solar	liter	10	4.500	45.000
4	Kawat Las Aluminium d = 2mm	Kg	3	100.000	300.000
5	Kain majun	Kg	30	12.000	360.000

6	Gas Argon	tabung	1	300.000	300.000
7	Mata bor 1 – 13 mm @ 0,5 mm	Set	1	1.000.000	1.000.000
8	Besi pejal persegi	Kg	8	100.000	800.000
9	Aceton	liter	5	50.000	250.000
10	Kertas Amplas water proof	duz	3	300.000	900.000
11	Plat Aluminium 300 x 300 x 5 mm	Kg	4	200.000	800.000
Jumlah					8.155.000

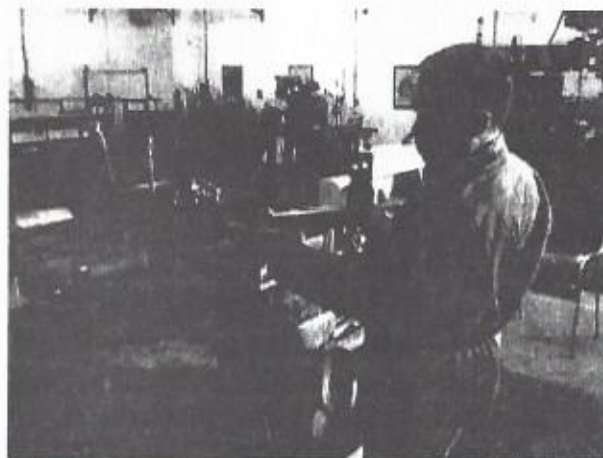
4) Melakukan Fabrikasi

Fabrikasi tabung iradiasi fasilitas silikon doping RSG-GAS dilakukan di laboratorium Elektromekanik BOFa-PTRKN. Fabrikasi ini dilaksanakan dengan menggunakan mesin perkakas jenis mesin bubut tipe Al-pine 350, mesin milling tipe weber US 140, las argon dan alat pendukung lainnya. Alat pendukung berupa pemegang mata pahat dibuat lebih dahulu

karena tidak tersedia di pasaran. Pemegang mata bubut dalam ini berguna untuk melakukan pembubutan bagian dalam sepanjang 600 mm dalam pembuatan tabung tabung iradiasi. Pemegang pahat menggunakan material besi pejal dengan diameter 50 mm. Dalam pembuatannya menggunakan mesin bubut dan mesin milling, seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan 10 di bawah ini.



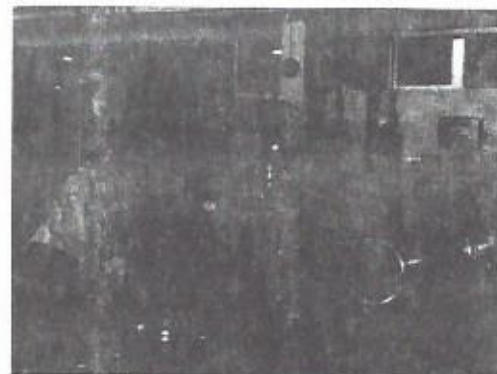
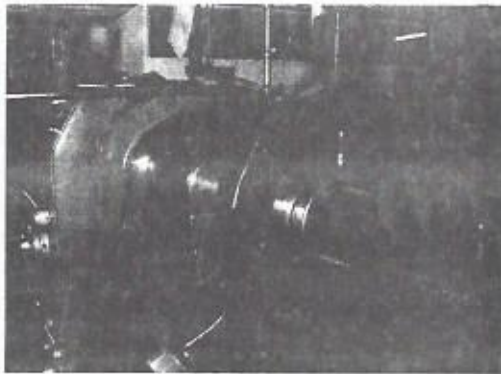
Gambar 9. Proses pembuatan pemegang mata pahat dengan mesin milling



Gambar 10. Perekayasa sedang dalam proses pembuatan pemegang mata pahat

Dengan terselesainya pemegang mata pahat bubut dalam ini, maka proses pembuatan tabung tabung iradiasi dapat dimulai. Langkah awal dalam pembuatan tabung iradiasi ini adalah melakukan pembubutan bagian dalam untuk memperbesar diameter dalam pipa AlMg.

Hal ini disebabkan material AlMg yang tersedia dipasaran belum sesuai dengan rancangan tabung tabung iradiasi. Proses pembuatan tabung dilakukan dengan mesin bubut tipe Al-pine 350 ditunjukkan pada Gambar 11 dan 12 di bawah ini.



Gambar 11. Proses pembubutan diameter dalam tabung iradiasi

Setelah diameter dalam tabung sesuai dengan dimensi yang direncanakan, dilanjutkan dengan pembubutan diameter luar tabung. Hasil akhir dari pembubutan diameter luar tabung didapatkan ketebalan tabung sebesar 2 mm.

Proses pembuatan bagian-bagian tabung iradiasi yang lain dilakukan dengan

menggunakan mesin-mesin perkakas yang terdapat dilaboratorium. Setelah proses pembuatan selesai didapatkan tabung iradiasi silikon yang sesuai dengan rancangan. Proses pembuatan bagian tutup atas dan hasil dari proses tersebut ditunjukkan pada Gambar 13



Gambar 13. Proses pembuatan tutup atas dan hasil fabrikasi

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

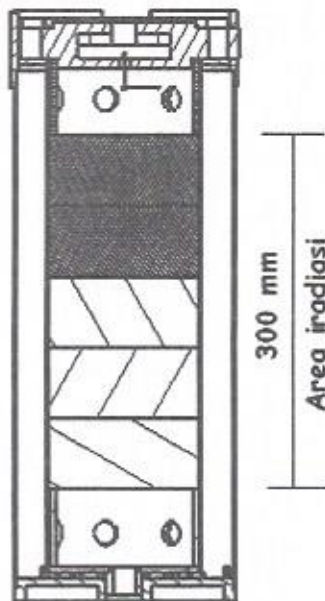
Rancangan tabung iradiasi silikon

Pelaksanaan rancangan tabung iradiasi fasilitas silikon doping RSG-GAS ini

diawali dengan survey terhadap dimensi kapsul dan teras reaktor. Hasil survey dimensi kapsul digunakan sebagai dasar untuk pembuatan rancangan tabung iradiasi silikon. Penentuan dimensi dalam

perancangan tabung iradiasi silikon ini dilakukan dengan berprinsip bahwa tabung iradiasi tersebut dapat menstabilkan posisi silikon dan dapat masuk dengan mudah ke dalam kapsul. Pada rancangan ditetapkan celah antara diameter silikon dan diameter dalam tabung iradiasi sebesar 0,5 mm. Celah tersebut diperlukan untuk mempermudah pemasukan silikon ke dalam tabung dan

menjadi saluran air untuk pendinginan. Selain memperhatikan kenstabilan terhadap pergerakan arah radial, dalam perancangan juga harus diperhatikan kestabilan arah vertikal, dimana untuk arah vertikal silikon dipertahankan berada sepanjang 300 mm pada bagian tengah kapsul tertapis, seperti diperlihatkan pada Gambar 14 di bawah ini.



Gambar 14. Rancangan posisi silikon didalam kapsul

Pembuatan tabung iradiasi silikon

Pembuatan tabung iradiasi menggunakan mesin-mesin perkakas dengan mengacu dari gambar hasil rancangan yang telah diperoleh. Dalam proses pembuatan ketelitian menjadi perhatian khusus dan dilakukan dengan tingkat ketelitian setinggi mungkin. Hal ini disebabkan karena proses pembuatan mempunyai peranan penting dalam keberhasilan pembuatan tabung iradiasi sesuai dengan rancangan sehingga tabung iradiasi silikon tersebut dapat digunakan untuk kegiatan iradiasi silikon di teras reaktor RSG-GAS.

VI. KESIMPULAN

Dengan selesainya rancangan dan pembuatan tabung iradiasi silikon doping ini maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tabung iradiasi yang akan digunakan untuk proses iradiasi silikon dengan diameter 5 inch di Fasilitas Iradiasi Silikon Doping RSG-GAS, telah tersedia.
2. Dengan tersedianya tabung iradiasi yang baru ini, diharapkan mutu pelayanan terhadap pengguna jasa iradiasi dapat ditingkatkan.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan kepada pihak-pihak yang terlibat dalam pembuatan makalah ini, dimana rancangan dan pembuatannya dibiayai oleh Block Grand tahun 2010 di PTRKN.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

1. Manual Operasi RSG-GA.
Siwabessy Fasilitas Silikon Doping,
No.indent RSG/OR/95.
2. Anonymous, Interatom, "MPR-30
Silicon Doping Facility".