(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
G05B 19/418

(45) 공고일자 2004년10월12일
(11) 등록번호 10-0452712
(24) 등록일자 2004년10월04일

(21) 출원번호	10-2003-7011350 (분할)	(65) 공개번호	10-2004-0004545
(22) 출원일자	2003년08월28일	(43) 공개일자	2004년01월13일
(62) 원출원	특허 10-1997-0706577 원출원일자 : 1997년09월20일	심사청구일자	2000년10월17일
번역문 제출일자	2003년08월28일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1996/003729	(87) 국제공개번호	WO 1996/29635
(86) 국제출원출원일자	1996년03월19일	(87) 국제공개일자	1996년09월26일

(81) 지정국 국내특허 : 일본, 대한민국, 싱가포르,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀랜드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴,

(30) 우선권주장 08/407,826 1995년03월21일 미국(US)

(73) 특허권자 시게이트 테크놀로지 엘엘씨
미국 캘리포니아 스코츠 밸리 디스크 드라이브 920(우:95066)

(72) 발명자 이스트번,린드세이
미국94566캘리포니아플리샌턴테이프스트라이웨이2560

매스,레온
미국95014캘리포니아쿠퍼티노밀러애브뉴#32510200

(74) 대리인 남상선

심사관 : 박성호

(54) 하이 스루풋 스퍼터링 제어장치 및 방법

요약

본 발명은 다수의 프로세싱 챔버를 구비하고 있는 박막증착 장치의 제어 시스템에 관한 것이다. 상기 제어 시스템은 다수의 제어 프로세서를 포함하고, 상기 다수의 프로세서 각각은 메모리를 포함하고, 상기 다수의 챔버의 서브세트에 연결되며, 또한 상기 다수의 챔버의 상기 서브세트에서의 프로세싱을 제어한다. 각각의 프로세서는, 상기 메모리에 제공되고, 상기 다수의 프로세싱 챔버를 위한 구성 데이터를 구비한 데이터 구조 및 상기 장치의 프로세싱을 제어하는 제어루틴을 포함한다. 또한, 기판의 위치를 결정하는 설비를 포함한다. 상기 증착장치의 운송 시스템은 상기 센서에 따라 기판의 유무를 표시하는 하드웨어 위치 센서를 포함한다. 하나 이상의 하드웨어 센서가 이용될 수 없을 경우, 상기 설비는 기판의 위치를 결정한다. 상기 시스템의 각각의 운송 스테이지(스테이지)에서, 기판의 위치, 인코더 데이터 및 기판의 이동속도를 제공하는 하나 이상의 여타 센서의 출력을 기초로 하여 상기 설비는 기판의 위치를 결정한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 스퍼터링 장치의 평면도.
도 2 는 도 1에 도시된 장치의 측면도.
도 3 은 본 발명에 따른 인라인 스퍼터링 시스템을 제어하기에 적합한 하드웨어 프로세서 네트워크의 구성도.
도 4는 도 3에 도시된 제어 하드웨어와 연계하여 이용되는 제어 소프트웨어의 일반적인 구조에 대한 구성도.
도 5는 상기 스퍼터링 장치에 이용되는 각각의 프로세싱 챔버의 구성 데이터를 저장하기 위하여 본 발명의 소프트웨어에 의하여 이용되는 구성표(configuration table)를 나타내는 도면.
도 6은 상기 스퍼터링 장치에서 기판을 프로세싱하는 동안 프로세싱 챔버의 상태 관리에 이용되는 주어진 프로세싱 챔버 N에 대한 동적인 상태의 도표를 나타내는 도면.
도 7은 본 발명에 따라 도 1 및 2에 도시된 장치를 제어하기 위하여 제 1 프로세서 A에 이용되는 기능제어에 대한 흐름도.
도 8은 본 발명에 따른 제어시스템에 있어서 제 2 프로세서 B에 이용되는 기 능제어에 대한 흐름도.
도 9는 본 발명에 따라 제 3 프로세서 C에 이용되는 기능제어에 대한 흐름도.
도 10은 본 발명에 따라 제 4 프로세서 D에 이용되는 기능제어에 대한 흐름도.
도 11은 본 발명에 따라 제 5 프로세서 E에 이용되는 기능제어에 대한 흐름도.
도 12는 본 발명에 따라 제 6 및 제 7 프로세서 G, H에 각각 이용되는 기능제어에 대한 흐름도.
도 13은 본 발명에 따라 제 8 프로세서 J에 이용되는 기능제어에 대한 흐름도.
도 14는 진공 게이지 명령(command)의 제어에 대한 흐름도.
도 15는 진공 게이지 통신의 제어에 대한 흐름도.
도 16은 본 발명에 따른 제어시스템의 터보 펌프 허용 조건에 대한 흐름도.
도 17은 도 1 및 2에 도시된 장치에 있어서, 상기 터보 펌프 시스템을 위한 자동화된 터보 펌프에 제어에 대한 흐름도.
도 18은 본 발명의 시스템에 따라 이용되는 하드웨어 센서 스캐닝 루프에 대한 흐름도.
도 19A 및 19B는 각각 주어진 프로세싱 챔버의 입력으로 상기 입력 위치 센서를 위하여 기판 위치센서 소프트웨어 오버라이드를 제어하는 인코더 버전 및 타이머 버전에 대한 흐름도.
도 20A 및 20B는 각각 주어진 프로세싱 챔버의 중간지점에 위치 센서를 위하여 기판 위치센서 소프트웨어 오버라이드에 대한 인코더 버전 및 타이머 버전에 대한 흐름도.
도 21A 및 21B는 각각 주어진 프로세싱 챔버의 출력으로 위치 센서를 위하여 기판위치센서 소프트웨어 오버라이드에 대한 인코더 버전 및 타이머 버전에 대한 흐름도.
도 22는 적재 잠금 챔버에서 기판 프로세싱을 제어하기 위한 흐름도.
도 23은 본 발명에 따라 소우크(soak) 히터 챔버에서의 공정을 제어하기 위한 단계에 대한 흐름도.
도 24는 도 1 및 2에서 도시된 장치에 있어서, 제 1 챔버 및 적재 잠금 챔버에서의 공정에서의 기판 운송의 제어하기 위한 공정 단계에 대한 흐름도.
도 25는 본 발명의 제어시스템에 있어서, 적재 잠금 챔버에서의 기판위치를 바로잡기 위한 공정단계에 대한 흐름도.
도 26은 본 발명에 따른 도 1 및 2의 장치에서 패스-바이(pass-by) 히터 챔버의 프로세싱을 제어하는 제어단계에 대한 흐름도.
도 27은 본 발명에 따른 시스템의 크롬 스퍼터링 프로세싱 챔버에서의 크롬 증착을 제어하는 공정단계를 도시하는 흐름도.
도 28은 도 1 및 2에 도시된 장치에 따라, 자기(magnetic) 스퍼터링 프로세싱 챔버와 탄소 증착 챔버와의 사이에 있는 버퍼 챔버에서의 공정을 제어하는 공정제어를 도시하는 흐름도.
도 29는 본 발명에 따른 시스템의 탄소 증착 챔버에서의 공정을 제어하는 공정단계를 도시한 흐름도.
도 30은 본 발명의 시스템에 따른 제 1 출력 버퍼를 제어하는 공정단계를 도시한 흐름도.
도 31은 본 발명의 시스템에 따른 제 2 출력 챔버를 제어하는 공정단계를 도시하는 흐름도.
도 32는 본 발명의 시스템에 따라 출력 잠금 챔버를 제어하는 공정단계를 도시하는 흐름도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<저작권의 제한적 포기>

본 발명서류의 요약부는 저작권 보호를 위한 자료를 포함한다. 본 저작권자는, 미국 특허청에서 공개되는 특허 문건이나 특허 공보를 개인이 팩스 복사하는 것을 반대하지 않으나, 여타 권리는 유보된다.

<본 출원과 관련된 참고출원>

'하이 스루풋 스퍼터링용 장치 및 방법'(미국특허출원 No 08/121,959)은, 1993년 9월 15일 출원되었고, 미국특허출원(No 07/681,866)의 계속출원이며, 발명자는 데니스 R 홀러스, 델버트 F 월트립, 로버트 B 주벡, 조셉 보니구트, 로버트 M 스미스, 및 개리 L 페인이며, 본 출원의 양수인에게 양도됨.

'다이나믹 버퍼 챔버'(미국특허출원 No 08/311,351)는, 1994년 9월 23일 출원되었고, 발명자는 존 브루노이며, 본 출원의 양수인에게 양도됨.

'스퍼터링 탄소를 위한 장치 및 방법'(미국특허출원 No 08/311,529)은, 1994년 9월 23일 출원되었고, 발명자는 태선 E 김, 형 J 이, 야오충 R 쉬, 존 C 브루노, 로버트 B 주벡, 데니스 R 홀러스이며, 본 발명의 양수인에게 양도됨.

상기 출원의 각각은 본 발명으로 구체화된다.

[기술분야]

본 발명은 스퍼터링 공정에서 다층 박막을 증착하기 위한 장치 및 방법의 제어에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 인라인(in-line) 스퍼터링 장치를 위한 제어시스템에 관한 것이다.

[종래기술]

스퍼터링은 특정 기판에 균일하게 박막을 증착하는 공지의 기술이다. 증착시 하나 이상의 정적기판에, 아르곤과 같은 불활성 기체를 사용하여, 진공챔버에서 스퍼터링이 수행되며, 목표물 주위로 회전하거나('플래너터리(planetary)' 시스템), 목표물을 지나도록 운송된다('인라인(in-line)' 시스템).

스퍼터링은, 높은 박막 증착율을 달성시킬 뿐 아니라, 프로세싱 파라미터에 약간의 조절을 가함으로서 원하는 박막 특성에 제공할 수 있다.

일반적으로, 종래의 스퍼터링 장치는 중앙집중 제어장치를 이용하며, 여기에서 발생하는 스퍼터링 공정을 제어하게 된다. 그러한 제어장치에는, 시스템 오퍼레이터나 중앙제어 프로세서에 의하여 장치내에서 이용되는 직류 또는 전자기계적 스위칭 장비를 가지고, 시스템 오퍼레이터에 의해 모니터되는 표준 광학적 또는 전기적 계측(metering)방식이 적용된다. 이러한 시스템은, 스퍼터링된 기판의 제한된 스루풋에 대하여는 어느 정도 성공적이었다. 그러나, 더 높은 스루풋 스퍼터링동작에는, 더욱 포괄적인 시스템이 요구된다. 구체적으로, 사용자에게 상대적으로 친근한 환경을 통하여 진행공정에 대한 필요한 양의 정보를 시스템 오퍼레이터에게 제공하는 제어시스템이 요구된다. 또한, 상기 제어시스템은, 상기 스퍼터링시스템의 모든 면을 정할 필요가 있을 경우 직렬 및 병렬기능을 적절히 자동화시킬 수 있어야 한다. 덧붙여, 수많은 스퍼터링 조건을 이용하는 공정을 위한 상기 시스템의 빠른 셋업(set-up)을 용이하게 할 수 있는 성능을 제어시스템의 내부에 포함시키는 것이 바람직하다.

일반적으로, 인라인 스퍼터링 장치는 출원인의 공동 계류중인 미국특허출원(No 08/121,959)에 개시되어 있고, 그 선출원(No 07/681,866)은 특허협력조약(PCT)의 국제출원 No PCT/US92/00722으로 공개되었다.

No 08/121,959에 따른 출원의 제어시스템에서, 중앙처리장치는 프로그램 가능한 논리제어기와 연계되어 이용되며, 인라인 스퍼티링 장치에서의 동작 및 증착 공정을 중앙에서 제어한다.

출원인들의 계류중인 출원에 기술된 상기 인라인 스퍼터링 시스템은, 일반적으로 팔레트(pallet)내에 있는 다수의 기판에 다층코팅을 스퍼터링하기 위한 다수의 프로세싱 챔버를 포함한다. 상기 팔레트들은, 다수의 모터와 운송 스테이지(운송 스테이지)를 포함하는 운송 메카니즘을 이용하여 상기 시스템을 통하여 운송되며, 각각의 모터는 각 단계에서의 운송속도를 제어하여, 상기 시스템에서 프로세싱되는 동안, 특정 팔레트의 속도가 변하도록 한다. 절연 도어(Isolation door)는 프로세싱 챔버의 각각을 분리시키며 상기 제어시스템의 제어를 받는다. 히팅 서브 시스템이 이용되어, 스퍼터링에 앞서 상기 기판의 온도를 증가시킨다. 이러한 히팅은, 상기 기판에 스퍼터링된 박막의 증착 특성을 향상시킨다. 펌핑(pumping) 시스템은, 스퍼터링 작동을 가능하게 하기에 적절한 약 1×10-7 - 1×10-10 토르(Torr)의 압력 범위에 맞게 상기 프로세싱 챔버를 진공화시키는데에 이용된다. 밸브 네트워크는, 상기 프로세싱 챔버로부터의 기계적 및/ 또는 터보식 펌프 사이에서 이용된다. 각각의 밸브에 대한 위치 및 유량(flow rates)의 제어는 상기 제어시스템에 의하여 자동화되고 제어될 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

No 08/121,959에 따른 하이 스루풋 스퍼터링 장치에서는, 포괄적이며 짧은 재생시간에 작동하는 제어시스템이, 상기 시스템의 하이 스루풋을 보장하기 위하여 필요하다. 이는, 상기 시스템에 고 출력을 제공하도록 상호 연계되어 작동하여야하는 다양한 서브 시스템의 여러 요소를 조정하기 위하여 필요한 것이다.

상기 No 08/121,959에 제시된 것과 같은 정도의 많은 프로세싱 챔버를 구비하고 있는 상기 시스템의 더 바람직한 형태는, 상기 공정챔버의 사용과 역학(mechanics)의 변화를 허용하는, 확장가능한 모듈 제어시스템이다. 가령, 상기 시스템에 맞는 또다른 프로세싱 챔버의 추가가 바람직하다면, 특정 공정들의 제어를 위한 제어 알고리즘을 추가하여 상기 제어시스템은 용이하게 적용될 수 있을 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 다수의 프로세싱 챔버를 구비하고 있는 박막 증착장치를 위한 제어시스템으로 구성된다. 상기 제어시스템은 다수의 제어 프로세서를 포함하고, 상기 다수의 제어 프로세서의 각각은 메모리를 포함하여, 상기 제어 프로세서들은 상기 다수의 프로세싱 챔버의 서브 세트에 연결되며 그리고 상기 다수의 프로세싱 챔버의 상기 서브 세트에서의

프로세싱을 제어한다. 각각의 프로세서는, 상기 메모리에 구비되고 상기 다수의 프로세싱 챔버를 위한 구성 데이터(configuration data)를 갖는 데이터 구조(data structure)를 포함한다. 일반적으로, 상기 증착장치는, 그 사이에 다수의 프로세싱 챔버가 구비되는 입력단 및 출력단, 펌핑 시스템, 히팅 시스템, 운송 시스템, 및 스퍼터링 가스 제어시스템을 갖추고 있는 인라인 스퍼터링 기구를 포함하며, 상기 운송 시스템은 다수의 위치센서를 포함한다. 상기 각각의 시스템은 공조하여, 기판들이 상기 입력단에서 상기 출력단으로 지나갈 때 상기 다수의 기판을 프로세싱한다. 상기 제어 프로세서에 연결된 네트워크 허브가 또한 제공된다.

두 번째 형태로, 상기 시스템은, 상기 시스템 안에 있는 기판의 위치를 결정하기 위한 기구를 포함한다. 상기 증착장치의 운송 시스템은, 상기 센서에서의 기판의 유무를 나타내는 하드웨어 위치센서들을 포함한다. 하나 이상의 상기 하드웨어센서의 출력이 가능하지 않을 경우, 상기 기구는 기판의 위치를 결정한다. 상기 기구는, 상기 시스템의 각각의 운송 스테이지에서의 상기 기판의 공지된 위치 및 상기 기판의 이동 비율을 제공하는 하나 이상의 다른 센서들의 출력에 입각하여 기판의 위치를 결정한다.

본 발명은 따라서, 프로세싱 능률을 증가시키기 위하여 분할 프로세싱하는 고도로 모듈화(modular)되고 유연한 제어 시스템을 제공한다.

본 발명의 또다른 장점은, 다수의 서로 다른 프로세서를 이용하는 증착장치를 위한 제어시스템을 제공하여, 각각의 프로세서가 장치의 특정 서브 시스템대신 장치의 특정 부분을 제어하도록 전담시키는 것이다.

본 발명에 부가되는 또다른 장점은, 소프트웨어가 하드웨어 데이터 입력을 오버라이드(override)하도록 상기 제어시스템이 허락하여, 주어진 하드웨어 요소가 실패할 때, 이를 시스템 오퍼레이터에게 소프트웨어적으로 통보하여, 실패시에는 상기 하드웨어 요소를 대체하는 것과 차후에 이루어질 때까지 상기 하드웨어 요소로부터의 입력신호를 오버라이드하는 것중의 하나를 상기 시스템 오퍼레이터가 선택하도록 하는 것이다.

이하에서는 첨부도면을 참조하여, 본 발명에 따른 다층 박막을 기판에 적용시키는 인라인 장치 및 그 방법을 설명한다. 본 발명은 미국특허출원 (No 08/121,959)에 개시된 바에 따른 장치를 제어하기에 특히 유용하며, 이러한 장치는 5분 이내의 시간에 다층 코팅을 기판에 적용 가능하게 한다.

그러나, 여기에 제시된 제어시스템은 인라인 시스템에 또는 스퍼터링을 박막 증착의 방법으로 이용하는 시스템에 제한되지 않으며, 여타 다양한 종류의 프로세싱 시스템에는 이용될 수 있는 것이다.

미국특허출원 (No 08/121,959)에 개시된 포괄적 인라인 스퍼티링 시스템은 대등한 하드웨어 구성요소를 이용하여, 지속적이고 다양한 속도의 스퍼터링 공정에서 대형 단일 쉬트 또는 팔레트 운송되는 분리된 다수의 기판을 프로세싱하며, 여기서각각의 기판은 상대적으로 일정한 시종(start-to-finish) 공정을 따르게 된다. 상기 특허출원에 개시된 제어시스템은 일련의 실질적으로 격리되고 상호오염을 시키지 않는 스퍼터링 단계를 거쳐서 팔레트를 이동시키기 때문에, 상기 제어시스템은 진공 펌프 시스템, 운송 시스템, 히팅 시스템, 및 동력을 스퍼터링 음극판(cathode targets)에 제공하는 전원 시스템을 동시에 제어함으로서 프로세싱을 최적화시키고 있다.

도 1 및 2에는, 미국특허출원 (No 08/121,959)에 개시된 것과 유사한 예시된 증착장치(100)가 도시되어 있다. 일반적으로, 스퍼터링을 통하여 기판상에 박막을 증착하는 단계는, 스퍼터링 시스템의 프로세싱 챔버가 양 1×10-7 - 9×10-7 토르의 압력하에 유지되고, 아르곤과 같은 적절한 스퍼터링 기체로 다시 채워지게 되는(backfilled) 진공 시스템내에 기판을 제공하고; 최적의 박막 증착을 촉진시키는 온도까지 상기 기판들을 히팅하고; 상기 박막들을 스퍼티링하여 상기 기판들 상에 증착되도록 하는 단계를 포함하여 구성된다.

상기 증착장치(100)를 위한 전자 제어 장치는, 생산 스루풋, 응용 스퍼터링 전원, 및 여타 스퍼터링 장치 파라미터를 포괄적이고 효과적으로 제어할 수 있는 수단을 구비한 하나 이상의 시스템 오퍼레이터를 제공한다. 상기 전자 제어 장치는, 바람직하게 프로그램되어, 다수의 서로 다른 동작 파라미터 세팅이 상기 스퍼 터링 공정에서의 제어가능하게 제어되는 요소들 각각을 위하여 저장될 수 있도록 한다. 따라서, 상기 전자 제어시스템은 일반적으로 두 가지 주요 기능, 즉 (1) 증착장치(100)의 하드웨어로부터 입력된 데이터를 읽고 또한 상태 데이터를 시스템 오퍼레이터에 제공함으로서 증착장치(100)를 모니터하고; (2) 제어신호를 증착장치(100)에 자동으로 발생시킴으로서 상기 스퍼터링 공정을 제어하는 두 가지주요기능을 수행한다.

여기서 이용되는 '기판(substrate)'이라는 용어는, 자기 및 코팅 박막이 적용되는 디스크 기판을 나타내며, '팔레트(pallet)'라는 용어는 미국특허출원 (No 08/121,959)에 개시된 것과 같은 디스크 캐리어를 언급한다. 이와 같이, 다수의 기판이 상기 시스템을 통하여 운송되는 하나의 팔레트 및 다수의 팔레트상에서 운송될 수 있다. 그러나, 기판 및 팔레트라는 용어가 본 명세서에 기술되는 본 발명의 적용을 다수의 기판을 운반하는 팔레트에 제한되는 것으로 이해되어서는 안된다. 가령, 본 발명의 증착장치(100)는, 직접적으로 이에 적용되는 유리와 같은 단일 쉬트의 평면기판을 프로세싱하는데에 이용될 수 있다.

단일층 또는 다층 박막을 하나 이상의 기판에 적용시키는 데에 이용되는 증착 장치(100)는 도 1 및 2를 참고하여 이해될 수 있을 것이다.

대개, 소우크 히터 챔버(soak heater chamber) 4 및 패스-바이 히터 챔버(psaaby heater chamber) 5에 의하여 히팅된 후의 진공환경하에서 약 3-6 ft/min범위의 속도로 증착장치(100)내에서 다수의 스퍼터링 프로세싱 챔버 8, 10, 15를 통하여 제공된다. 상기 증착장치는 분당 0-12 피트의 속도로 기판을 운송할 수 있다.

미국특허출원(No 08/121,959)에 개시된 증착장치는 17개의 챔버 모듈(chamber modules)을 포함하여 구성되지만, 상기 증착장치(100)는 두 개의 기본형 즉, 각각 유사하게 구성된, 다수의 공정 모듈 및 다수의 펌핑모듈로 구성되는 20개의 챔버모듈을 포함하여 구성된다.

격리 도어는 도 1에 도시된 증착장치(100)의 각각의 챔버 모듈 1, 2, 3, 4, 5, 6; 8, 9, 10; 13, 14, 15; 및 17, 18, 19, 20의 사이에 위치된다. 상기 격리도어는, 각각의 챔버에서 발생하는 각각의 공정을 위한 기판의 순차적인 공정의 흐름 및 격리를 가능하게 하도록 상기 제어시스템에 의하여 공기압착으로 작동되는 슬릿 밸브로 구성된다.

도 1 및 도 2에 도시된 장치(100)에서, 적재 잠금 챔버 1은, 주변 스퍼터링 환경과 증착 장치(100)의 챔버 2-17사이의 격리 챔버로 기능한다. 상기 적재 잠금 챔버 1은 약 50Mtorr의 압력까지 지속적으로 진공처리되어 주변 대기압 상태로 통하게 된다. 대개, 증착장치(100) 내에서의 증착은 진공 환경에서 발생하며, 챔버 2-17은 약 10토르의 압력까지 진공처리되어, 아르곤 가스가 상기 다수의 챔버로 흘러들어가 적절한 스퍼터링 압력을 얻게된다.
챔버 2는 적재 잠금 챔버 1과 챔버 3-17에서의 내부 스퍼터링 환경사이의 입력버퍼의 역할을 하고, 챔버 3은, 추가 프로세싱을 실행하기 전에 기판들을 건식 또는 습식 식각을 하는데에 선택적으로 이용될 수 있는 제 2 버퍼 챔버이다.
챔버 4는, 기판의 온도를 상승시켜 박막증착을 최적화하기 위한 소우트 히터 챔버의 역할을 한다. 기판들은 챔버 4로 이동되어 추가 프로세싱이전의 시간동안은 아이들(idle)상태로 남아있게 되며, 상기 챔버 4는 8 뱅크의 수정 램프 히팅요소를 포함하고, 4뱅크는 각각의 외부도어에 형성된다.
패스-바이 히터 챔버 5는, 상기 히터 챔버의 각각의 바깥쪽 도어에 장착된, 5개의 수정램프 히팅요소로 이루어진 추가 뱅크로 구성되는 히팅 어셈블리를 포함한다. 시판들은 히터 챔버 5를 통과하며, 이를 지나는 동작도중에 히팅된다.
소우크 히터 4와 패스-바이 히터 챔버 5는, 박막의 증착 이전에 균일한 기판온도를 확보하도록 설계된다.
적재 잠금 챔버의 것과 거의 동일한 치수(dimensions)를 갖는, 크롬 증착 챔버 8, 자기 증착 챔버 10, 및 탄소 증착 챔버 15 등의 세 개의 코팅 모듈은 단층 또는 다층 박막을 증착장치(100)를 통과하는 기판상에 행해지는 스퍼터링에 이용된다. 각각의 증착 챔버 8, 10, 및 15의 각각의 도어상에 도어당 4개의 마그네트론이 되도록, 4쌍의 스퍼터링 음극선이 장착된다. 목표재료는 가스 매니폴드(gas manifolds)와 같은 스퍼터링 캐소드에 장착되고, 실딩(shielding)은 상기 증착 챔버 8, 10, 15의 바깥쪽 도어에 또한 부착된다. 이러한 요소들을 상기 도어들에 장착하여 목표재료의 변화와 증착 챔버의 유지를 용이하게 한다. 전원, 냉각, 및 공정 가스 라인을 위한 도관(미도시)은 상기 증착 챔버의 외측 도어에 제공된다.
챔버 9는 챔버 8 및 10 사이의 버퍼 챔버이며, 패스-바이 히터들의 제 2 뱅크를 선택적으로 포함할 수 있다.
챔버 13은 동적 버퍼 챔버를 포함하며, 상호 출원특허(No 08/311,351)에 개시된 바와 같이, 자기 증착 챔버 10 및 탄소 증착 챔버15와의 사이를 완전히 격리 시키게 된다. 순화 냉각제를 이용하는 냉각판인 챔버 14에 제공되어 상기 판을 냉각시키고 이에 따라 증착 챔버 15에 냉각탄소 증착공정을 적용하게 된다.
두 개의 출구 버퍼 모듈 18, 19가 제공되는데 이는 기본적으로 버퍼 2와 동일하다. 출구버퍼 모듈 18, 19는 버퍼 영역을 제공하여 팔레트 또는 기판을 스퍼터링 장치(100)로부터 출구 잠금 챔버 20으로 용이하게 이동시키며, 또한 외부환경으로부터 스퍼터링 공정을 격리시킨다.
출구 잠금 챔버 20은 기본적으로 적재 잠금 챔버 1과 동일하며, 역 펌핑 순서로 작동하며, 기판들이 스퍼터링 장치(100)의 진공환경으로부터 주변 외부환경으로 운송되도록 한다.
스퍼터링 장치(100)는 고도로 효율적이고 고용량의 진공 펌프 시스템을 구현한다. 상기 진공펌프 시스템은 약 1 - 9×10-7 torr의 진공환경을 제공하고 이를 유지하여, 조사 핵종(bombarding species)과 목표 표면사이 및, 밀려난 목표 핵종과 기판들 사이에서, 실제로 방해받지 않는 통로를 확보할 수 있어야한다.
상기 진공펌프 시스템은 지지를 위하여 5개의 터보 분자 펌프와 기계적 송풍기 펌프와의 조합으로 이루어진다. 상기 기계적 펌핑 시스템은 다수의 기계적 펌프 및 송풍기 조합체(combinations)로 구성된다. 입구 잠금, 출구 잠금 및 터보 펌프지지를 위하여 항상 3개의 펌프가 필요하다. 두 개의 펌프는 비축하여 보관될 수 있다. 추가로, 저온 코일 및 폴리콜드(Ploycold)사의 냉장 발전기(refrigeration generator)를 이용하여, 기본 압력 펌프 강하 및 수증기 펌핑을 촉진시킨다. 회로마다 두 개의 저온코일 또는 상부 모자(top hats)가 이용된 다. 상기 진공 시스템은 또한 밸브망(network of valves)을 특징으로 한다. 챔버 통기 밸브들은 스퍼터링 장치(100)의 내부 환경을 대기압과 통기(vent)시키는데에 이용된다. 러핑(roughing) 밸브와 전선(foreline) 밸브는 스퍼터링 장치(100)로부터 기계식 펌프를 격리시킨다. 상기 밸브들은 장치(100)를 5개의 분리된 펌핑부로 나누어, 각각의 펌핑부가 통기되고, 바라는대로, 펌핑 다운될 수 있게 하여, 스퍼터링 장치(100)의 유지를 용이하게 한다. 고진공 밸브는 제어된 펌프다운(pump-down)증착장치(100)를 대기압으로부터 분리시킨다. 포라인 밸브들은 펌핑시스템 도관으로부터 상기 5개의 기계적 펌프중의 하나 이상을 격리시키고, 주어진 시간에 작동하는 기계적 펌프의 수에 유연성을 부여한다. 상기 밸브들이 배열되면, 임의의 하나의 펌프가 상기 스퍼터링장치(100)의 주어진 부분을 펌프하도록 연결되고, 임의의 하나의 기계적 펌프/송풍기는, 공정을 방해하지 않고 닫히게되는 다른 기계적 펌프/송풍기에 연결된다.
상기 장치(100)에 이용되기에 적합한 운송시스템은 다수의 개별적으로 턴온되는 운송 플랫폼(flatforms)을 이용한다. 각각의 운송 플랫폼은 이에 연결되는 모터 어셈블리(미도시)를 제어하게 됨으로써, 동작 및 속도가 개별적으로 제어될 수 있다. 따라서, 각각의 개별 플랫폼의 운송 속도는, 다른 플랫폼의 속도와는 분리되어 개별적으로 다양한 속도로 제어될 수 있다. 각각의 운송 플랫폼은, 본 발명에 따른 전자제어시스템으로 팔레트 위치신호들을 제공하는 단계(미도시)의 입력, 중간지점 및 출력에서의 근접 센서로 구성된다. 이로 인하여, 상기 전자 제어시스템 및 시스템 오퍼레이터가 증착장치(100)에서의 각각의 기판의 위치를 확인하 게 되며, 주어진 시간에 귀환통로(50)를 따르게 된다. 운송 플랫폼마다 이러한 3개의 근접 센서가 증착 장치(100)와 연계하여 이용되는 플랫폼 각각에 제공된다. 이러한 센서들은, 챔버의 입력(SEN_INP), 중간지점(SEN_MID) 및 출력(SEN_OUT)에서 확인된다. 각각의 센서는 디지탈 출력신호를 제공하여 그 센서위치에서의 기판의 존재유무를 나타낸다. 하드웨어 센서가 작동하지 않을 경우, 독특한 모양의 상기 제어시스템이 상기 하드웨어 센서를 '소프트' 센서로 대체하여, 상기 하드웨어 센서를 보수할 수 있는 충분한 시간까지 중단없이 공정이 지속되게 된다.
상기 운송시스템은 또한 다수의 운송 스테이지를 포함하며, 각각의 길이는 챔버의 길이와 거의 동일하며, 상기 시스템을 통하여 팔레트를 구동하는 모터가 단계마다 하나씩 마련된다.
추가적인 위치센서(미도시)는, 팔레트를 장치(100)의 챔버(20)에서의 출력으로부터 장치(100)의 챔버 1의 입력으로까지 순환시키는 귀환통로(50)상에 제공된다.

가스 흐름제어시스템은 밸브들과 아르곤과 같은 스퍼터링 가스를 위한 밸브제어를 포함하며, 이는 상기 증착 챔버에서 스퍼터링 환경을 만드는 장치(100)에 제공된다. 가스 흐름제어시스템과 연계하여, 가스압력은, 다수의 커패시턴스 마노미터를 통하여 장치(100)에서 내부 시스템 압력의 요소로 모니터링된다.
전원공급은, 챔버 8, 10, 15에서 마그네트론 캐소드 어셈블리로부터 스퍼터링을 유발시키게 된다.
물과 같은 순환 냉각 용액이 히터, 스퍼터링 실드, 스퍼터링 캐소드에 제공 되어 제조공정동안 적정한 동작수준이 내에서의 온도를 유지시키고, 이들 시스템 요소들의 급격한 기능약화를 방지하게 된다. 냉각제어 서브시스템은 그 냉각제의 온도수준은 모니터하여 냉각 흐름 제어 밸브의 개폐상태를 제어한다.
도 3에 도시된 바와 같이, 제어시스템 하드웨어는, 허브로 연결되는 네트워크 프로세서 A-E, G, H 및 J로 구성된다. 각각의 프로세서는 지능 분산 입출력(I/O) 브리크(bricks)가 구비된 32비트 마이크로 프로세서로 구성된다. 각각의 프로세서의 입출력은 스퍼터링 장치(100)의 하드웨어에 직접적으로 연결되는 각각의 프로세서에 의하여 직접 다루어진다. 상기 브리크는 그 자체의 마이크로 프로세서에 연결되어 있기 때문에, 이러한 입출력 브리크는 프로그램되어 호스트 컴퓨터없이 작동하게 된다. 로컬 프로세서(A-E, G, H 및 J)수준에서, 상기 브릭크들은 가령 PID 루프 제어, 카운팅, 래칭, 타이밍, 아날로그 경보(alarming), 및 고온 선형 연결(thermal couple linearization) 등을 수행할 수 있다. 이와 같이, 본 발명에 따른 제어시스템은 1/100초 동안의 명령에 따른 반응회수를 달성한다. 각각의 프로세서 A-E, G, H 및 J는 OPTO-22 미스틱(Mistic) 모델 200 프로세서로 구성되며, 하나의 고속 로컬 입출력 인터페이스, 및 본 발명에 따른 시스템에 이용되는 아르네트(AECNET)를 포함하는 4개의 직렬 통신포트를 포함한다. 상기 프로세서들은, 컨템포레리 제어시스템사(Contemporary Control Systems, Inc., of Downers Grove, Illinois)에 의하여 제조된 것과 같은 아르크네트(ARCNET)와 같은 인터페이스에 의하여 연결된다.
모델 200 미스틱 서브 프로세서와 함께 사용되는 멀티태스킹 운영체제가 제 공되며, 이는 OPTO 22로부터 이용될 수 있다. 상기 제어시스템은 OPTO 22로부터도 이용되는 사이라노(Cyrano) 제어 언어를 이용하여 프로그램되며, 도 14-31에 도시된바와 같은 순차적 흐름도를 이용하여 제어언어가 기록된다. 각각의 서브 프로세서는 통합된 통신 하드웨어, 및 OPTO 22로부터 이용가능하고 상기 각각의 서브 프로세서 사이에서의 통신을 위하여 이용되는 하드웨어 프로토콜을 포함한다. 각각의 서브 프로세서는 일군의 다른 서브 프로세서로 구성되며, 따라서, 상기 허브로 통하여 상기 다른 서브 프로세서의 임의의 것과 직접적으로 통신될 수 있다.
상기 허브는 컨템포레리 제어시스템사(Contemporary Control Systems, Inc., of Downers Grove, Illinois)가 제공하는 프로세서(SY401600-12C)로 구성된다.
본 발명의 특징은, 장치(100)에 의하여 수행되는 구체적인 기능영역(예, 펌핑, 스퍼티링 등)보다는 장치(100)의 구체적인 물리적인 영역(예, 챔버의 서브세트)에 각각의 프로세서 A-E, G, H 및 J가 이용된다는 것이다. 앞에서 언급된 미국특허출원(No. 08/121,959)에서, 스퍼터링 장치의 모든 기능을 제어하기 위하여 중앙 프로세서 및 프로그램 가능한 논리제어기를 이용하는 완전히 서로 다른 제어시스템이 사용된다. 대조적으로, 본 발명에 따른 제어시스템에서는, 각각의 프로세서 A-E, G, H 및 J는 제조공정의 물리적 부분을 구동한다. 일반적으로, 상기 프로세서의 6개가 기판의 운송 및 프로세싱을 담당하고, 2개는 시스템의 준비와 상태를 담당한다.
도 4는 스퍼터링 장치(100)를 제어하는 소프트웨어의 개요를 도시하고 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 장치(100)의 하드웨어로부터의 입력 및 출력은 지능 분산 입출력 브리크(410)의 형태로 상기 프로세서로 이동하고 상기 프로세서로부터 이동된다. 이러한 입출력 브리크는, 위치센서, 히터 및 스퍼터링 전원과 같은 하드웨어에 의하여 공급되는 정보 블록을 포함할 수 있다. 입출력 브리크(410)는, 입출력 스캐너(420) 및 센서 스캐너(430)를 경유하여 상기 장치(100)에 제공되는 하드웨어로부터 소프트웨어의 제어수준으로 운송된다. 입출력 스캐너(420)는, 히터, 펌프 밸브, 도어, 모터 및 터보 펌프와 같은 기능적인 하드웨어와 통한다. 센서 스캐너 430은 위치 검출기, 히팅센서 및 도어 상태 센서로부터의 입력을 탐지한다. 통신블록 440은 소프트웨어의 스캐너 수준을 완성시키며, 프로토콜 및 통신오류 스캐닝 및 교정 기능을 갖는다.
상기 제어수준에서 운송 기능 460, 기판 프로세싱 기능 480 및 물(water) 제어 기능 480과 같은 구체적인 프로세서에 이용되는 구체적인 기능을 위한 블록의 형태로 루틴이 배열된다. 각각의 기능 루틴은 자동화된 또는 수동조작모드에서 작동하고 입출력 스캐너(420) 및 센서 스캐너 430으로부터의 입력 레벨 데이터를 해석하고, 제어명령을 리퀘스트(request) 495의 형태로 허용 루프 450을 통하여 전송한다. 상기 허용 루프는, 스퍼터링 동작 및 프로세싱에 역의 결과를 가져오는 하드웨어 동작을 방지하는 시스템 상태를 조건으로 한다. 만일 상기 리퀘스트가 시스템 허용 조건을 어기지 않으면, 상기 리퀘스트는 입출력 스캐너(420)로 전송되고, 또한 입출력 브리크(410)의 형태로 시스템 하드웨어로 전송된다. 만일 상기 명령이 시스템 허용치를 어기게 되면, 경보 모니터(490)가 MMI(man-machine interface) 300로 경보를 출력하게 된다. 리퀘스트는 MMI 300에 의하여 또한 생성된다. MMI 300은 입출력 하드웨어를 선택할 수 있는 개인용 컴퓨터로 구성할 수 있다.
도 5는 시스템에서 특정 챔버의 하드웨어 구성을 인식시키기 위한 본 발명에 따른 제어시스템에 의하여 이용되는 구성 도표를 도시하고 있다. 장치(100)는 20개의 챔버를 포함하며, 그 공정제어는 4개의 프로세서 B, C, D 또는 E중의 하나에 의하여 다루어진다. 상기 구성 도표는, 통기 밸브, 러핑 밸브, 고진공 밸브의 존재유무; 출력도어(DRO) 또는 입력도어(DRI)의 존재유무; 및 챔버가 정적인 챔버(일반적으로, 팔레트가 공정을 위하여 멈추게되는 공정기능챔버)인지, 동적인 프로세싱 챔버(일반적으로, 그 공정에 따라 팔레트가 단일한 속도를 유지하게 되는 프로세싱 챔버)인지 또는 '인접' 챔버(동적인 챔버에 '인접')인지를 각각의 챔버를 위하여 저장하게 된다. 도 5에 도시된 바와 같이, 프로세서 B는 챔버 1-4의 공정을 제어하고, 프로세서 C는 프로세싱 챔버 5-8을 제어하고, 프로세서 D는 프로세싱 챔버 9-12를 제어하고, 또한 프로세서 E는 프로세싱 챔버 13-20을 제어한다.
도 6은 장치(100)의 다양한 요소의 상태를 추적하기 위하여 다음에 설명되고 있는 본 발명에 따른 제어시스템에 이용되는 동적 상태 지도(map)를 도시하고 있다. 각각의 챔버에는 하나의 지도가 마련된다. 도 6은 챔버 N을 위한 지도

도표를 도시한다. 즉, 각각의 챔버는, 챔버 N+1, N+2, ... 등으로 유지된다. 제어 루틴은 각각의 지도의 상태를 조회하여 갱신하며, 이때 리퀘스트 495는 주어진 챔버 N, N+1, N+2 등에 연계하여 동작된다.

각각의 챔버의 초기 지도는 시스템이 초기화될 때 각각의 프로세서 B-E의 램(RAM)에 저장된다. 본 발명에 따른 제어시스템에 적용되려면, 1메가 바이트가 적절하지만, 각각의 프로세서에는 4메가 바이트의 메모리가 주어진다. 도 6에 도시된 바와 같이, 정보는 다음과 같이 저장된다. 즉, 비트 0은, 챔버 N-1의 센서를 조회하여 챔버 N의 입력시에 팔레트/기판이 대기중인가를 표시하고; 비트 1은 팔레트가 챔버 N에 적재되도록 적재요구가 있었는지를 표시하고; 비트 2는 정지요구가 있었는지를 표시하고; 비트 3은 팔레트가 챔버 N의 출력시에 대기하고 있는지를 표시하고; 비트 4는, 챔버 N에 팔레트를 위한 비적재 요구가 있었는지를 표시하고; 비트 5는 챔버 N의 입력 도어(DRI) 개방에 요구되는 조건을 표시하고; 비트 6은, 챔버 N의 출력 도어(DRO) 개방에 요구되는 조건을 표시하고; 비트 7은 및 비트 8은, 각각 챔버 N의 입력 도어 및 출력 도어를 위한 인에이블 비트이며; 비트 9는, 공정이 챔버 N에서 현재 활성화되어 있는지의 상태를 표시하고; 비트 10은 챔버N에 대한 공정요구가 있었는지를 표시하고; 비트 11은, 챔버 N이 대기압 상태에 있는지를 표시하고; 비트 12, 13 및 14는 챔버 N이 저진공 밸브상태인지, 중간진공 밸브상태인지, 고진공 밸브상태인지를 표시하고; 비트 15는 유보되고; 비트 16은 러핑 밸브의 부분 허용 상태를 표시하고; 비트 17은 벤트밸브의 부분허용 상태를 나타내고; 비트 18 및 19는, 챔버 N의 특정 동작모드를 표시하는 2-비트 쌍으로 구성되며; 비트 20 및 21은 챔버 N의 입력 도어(DRI)를 위한 개방 및 폐쇄 리미트 스위치이며; 비트 22 및 23은 각각 챔버 N의 출력 도어(DRO)를 위한 개방 및 폐쇄 리미트 스위치이며; 비트 24-26은, 각각의 챔버에서 챔버 N의 입력(SEN_INP) 중간지점(SEN_MID) 및 출력(SEN_OUT)에서의 팔레트 위치를 탐지하는 3개의 위치센서의 상태를 표시하고; 그리고 비트 27은 고진공 밸브 폐쇄 리미트 스위치의 상태 를 표시한다.

도 7-13을 참고하고, 이에 제시된 상세한 제어 루틴의 예를 참고하여, 각각의 서브 프로세서 A-E, G, H 및 J에 의하여 제어되는 특정 기능을 다음에 설명한다. 본 발명에 따른 실시예에 이용되는 소프트웨어는 모듈러 시스템이고, 명령루틴은 서로 다른 프로세서에 따라 적재되고 호출될 수 있다는 것을 다음에서 이해할 수 있다. 따라서, 다음 설명에서, 도면에서 사용되는 공통의 참조번호는 다양한 프로세서 사이에 존재하는 공통기능 블록을 표시하며, 참조 번호에 수반되는 참조문자에 의하여 표시되는 바와 같이, 루틴의 기능은 유사하지만, 제어되고 있는 장치(100)의 하드웨어의 차이에 따라 각각의 루틴에는 약간의 차이가 있을 수 있다.

도 7은 프로세서 A에 따라 수행되는 기능처리에 대한 흐름도이며, 도 4를 참조하여 도시된 동작의 3가지 기본 레벨은, 전원 초기화 레벨(블록 702/704), 병렬 스캐닝 및 하드웨어 제어레벨, 및 머신 운영 레벨 730, 732, 734이다.

전원공급 702a에서, 구성 정보는 각각의 프로세서에 이용될 수 있다. 블록 704a에 도시된 바와 같이, 시스템 초기화는, 각각의 프로세서의 비휘발성 램(NOVRAM)을 복원시키고, 소프트웨어 포인터들의 초기화시키고, 오류기능 루틴을 초기화시키고, 그리고 프로세서 통신 포트들을 배치하는(configure) 단계를 포함한다. 블록 704a의 초기화 후에는, 진공 게이지 제어기(VGC) 블록 710, RC 모터 스캐너 722, 허용 루프 720a, 입출력(I/O) 스캐너 750a, 에어 나이프 제어(air knife control) 792, 복귀 컨베이어 794, 통신 제어 740 및 에러 체크 745가 초기화된다.

블록 710은, 진공 게이지 명령 제어 루프 712 및 진공 게이지 통신 제어 루프 714로 구성되어 수행되는 진공 게이지 제어기능을 초기화한다. 통신제어 루프 714는 제어 입력을 다양한 진공 게이지 통신포트로 보내고, 상기 진공 게이지와의 통신에서의 에러를 검출한다. 진공 게이지 명령제어 루프 712는, 진공 펌프를 제어하기 위하여 운영되는 명령을 토대로 상태 도표에서의 데이터 상태를 설정한다.

도 14 및 15는 각각 진공 게이지 명령 제어기 1400, 및 프로세서 A에 할당된 진공 게이지 제어를 위한 통신 제어 1500에 대한 공정 흐름도이다. 도 14에 도시된 바와 같이, 단계 1402에서의 시스템 초기화 후에, 단계 1406이 체크되어, 진공 게이지로 보내지는 명령요구가 있었는지를 알게 된다. 그 다음 명령 1408은 완성될 때 (단계 1412)까지 단계 1410에서 수행된다. 응답길이(reply length)는 버퍼 1422(REPLY_LEN)에 저장된다. 단계 1424에서는, 명령의 화면출력(display)이 발생하여야 하는지, 블록 1424의 결과가 사실인지, 그리고 단계 1426에서 변수 (GET_1ST_CHAR)로 명령 스트링에서의 처음문자를 최초로 결정해주는 결정 조회 트리(decision query tree)를 통하여 루틴이 진행되는 지를 결정하게 된다. 결정 블록 1426에서, 변수(GET_1ST_CHAR)에 저장된 값은 숫자 또는 영문자가 된다. 블록 1442에서 만일 상기 수치가 숫자가 아니면, 루틴 1430은 수행되어 어느 영문자가 명령에 나와 있는지를 결정하고, 이를 147을 경유하여 각각 어드레스 블록 142에 저장한다. 에러 루틴 계수기(counter) 1470이 점검되어 에러의 최대 수치에 도달하였는지를 결정한다. 만일 문자가 수치라면, 루틴 1400은 블록 1444에서의 에러를 테스트하고, 상기 명령이 블록 1446 및 1448에 긍정적인지 부정적인지를 테스트 한다. 진공 게이지 명령에 대한 검사는 단계 1447에서 수행되고, 만일 상기 명령이 게이지 명령이 아니라면, 상기 명령은 어드레스 BLOCK_151로 전송된다. 만일 게이지 명령이 존재한다면, 스케일 검사는 단계 1445에서 수행되고, 만일 상기 스케일의 임계값을 넘으면, 단계 1443에서 영(zero)이 된다. 부동소수점 변환(floating point conversion)은 단계 1452에서 이루어지며, 그리고 만일 어떠한 오버플로우도 단계 1453에서 검출되지 않으면, 상기 명령은 서브루틴 1454의 변수 STORE_TP_VAC, STORE_MP_VAC, 또는STORE_RM_VAC로 전송된다. 타이머 서브루틴 1460은, 상기 명령이 기계적 펌프 4 (MP_4)를 요구하였는가를 점검한다. 단계 1424에서의 디스플레이 조회의 출력이 거짓(false)(아니오)일 경우, 상기 명령은 분석되어 폴리콜드 펌프(poly-cold pump) 서브루틴 1430에 의하여 점검되고, 상기 폴리콜드 펌프중의 하나의 상태 비트는 상기 펌프가 작동하는지 하지 않는지에 따라 설정된다. SET_BIT_1 - SET_BIT_6이 설정되거나 클리어된다. 타이머 루프 1460 및 파스(parse) 루프 1430의 출력은, 단계 1407에서 다음 명령을 해석하도록 루핑(looping)하는 TIE_PT_1에 제공된다. 블록 1405의 점검으로, 상기 마지막 명령이 도달하였는지, 블록 1403에서 에러가 발생하였는지 그리고 단계 1409에서 오류가 제거되는지를 결정한다.

도 15는 에러에 대한 명령 스트링(command string)을 점검하는 VGC 통신 제어 블록 1500에 의한 진공 게이지 명령의 통신제어를 도시하고있다. 입력 블록 1502에 제시된 바와 같이, 진공 게이지를 사용하는 통신이 요구되면, 진공

통신 포트 REQUEST_VAC_PORT에 대한 요구가 단계 1504에서 있게 된다. 상기 요구가 유효 하고(단계 1506), 버퍼가 비어있지 않으며(단계 1508), 상기입력 버퍼는 클리어된다(단계 1510). 상기 버퍼가 비어 있으면, 진공 명령 전달 비트는 인에이블된다(단계 1512). 다음, 명령 스트링에 숫자 또는 영문자가 존재하는가에 대한 조회가 결정된다(단계 1514). 그 경우, 문자 변수 GET_CHARACTER가 조회되고, 상기 문자가 영문자인지 숫자인지에 대한 결정이 이루어진다(단계 1517,1518). 어느 경우에든, 알파벳 문자는 변수 APPEND_CHARCTER에 첨가된다(단계 1522). APPEND_CHARCTER에서의 문자의 수가15개 이상이면, 상기 루틴은 탈출(exit)하고 (단계 1526), 변수 EXIT_OVER_COUNT는 단계 1526에 설정된다. 만일 상기 문자의 수가 15개 미만이라면, 상기 문자가 새로운 문자인지를 점검하고 (단계 1528), 새로운 문자인 경우, 변수(GET_NEW_CHAR)에 저장된다(단계 1540). 만일 이것이 새로운 문자가 아니라면, 타이머의 타임아웃이 발생하고(단계 1530), 상기 루틴은 탈출한다(단계 1550). 일단 상기 변수가 변수 (GET_NEW_CHAR)에 저장되면, 상기 루틴은 변수(APPEND_ CHARCTER)로 루핑되거나 루틴이 탈출하게 된다.
또한, 허용 루프 720a가 도 7에 도시되어 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 시스템 허용치는, 장치(100)에 유해할 수 있는 시스템 제어 루틴에 의하여 부적절한 명령이 실행되지 않도록 억제하여 시스템이 안정(fail-safe)되도록 하는 제어 조건이 된다. 루프 720a에 도시된 바와 같이, 프로세서 A는 다음과 같은 허용 루프, 즉 기계적 펌프 격리 밸브 허용; 기계적 펌프 제어 허용; 폴리콜드 액체 제어 허용; 폴리콜드 디프로스팅(defrosting) 제어 허용; 터보-펌프 포라인(foreline) 밸브 허용; 터보-펌프 펌프제어 허용; 터보-펌프 질소 제어 허용; 및 진공 조건 허 용을 이용한다. 각각의 프로세서에 의하여 이용되는 특정 허용 루프는, 상기 장치(100)의 부분에 따라, 그리고 이에 따라서 상기 프로세서가 제어하는 특정한 소프트웨어에 따라 변하게 된다.
허용루프 블록 750a에 따라, 상기 허용루프중의 하나의 예가 되는 터보 펌프 제어 허용 루프 1600은 도 16에 도시되어 있다. 상기 루틴은 일련의 결정 오류 블록 1610, 1620, 1630, 1640, 1650, 1660, 1670, 1680 및 1690으로 구성되며, 이는 각각 다음과 같은 즉, 온도(1610), 펌프오류(1620), 경보(1630), 수액(water) 실패(1640), 아이들(idle) 실패(1650), 전체 허용(global permissive; 1660), 펌프 가속(1670), 진공(1680) 및 서비스 탈출(service exit; 1690)의 터보펌프 값을 조회하여 초기화시킨다. 각각의 결정 오류블록은, 각각의 오류에 대한 허용 변수가 문제일 수 있는 오류에 대한 구성변수를 조회하여 설정된다는 점에서 서로 유사하다. 가령, 루프 1610에서의 단계 1611은, 상기 터보펌프의 한 요소를 포함하는 제어시스템이 시작될 때 초기화되는 정수표에서의 변수 TP_CFG_ 01 (터보 펌프 구성 01)에 대한 조회가 된다. 각각의 변수 (가령, 단계 1611에서의 TB_CFG_01)에서의 값을 초기화시키는 터보 펌프 구성표에 대한 포인터는 시스템이 초기화될 때 만들어 진다.
예시적인 결정 루프 1610은, 단계 1609의 INIT_DATA_TEMP에서 초기 온도값을 설정함으로서 시작된다. 결정 블록 1611에서, 터보 펌프 구성변수 TP_CFG_01이 조회되고, 만일 이 값이 참(true)으로 설정되면, 데이터 온도는 SET_DATA_TEMP의 단계 1612에서 설정되며, 다음 데이터 온도값은 단계 1613 (SET_DATA_TEMP)에서 구하 게 된다. 루틴 1610은 단계 1615로부터 루핑함으로서 완료를 기다리게 된다. 만일 TP_CFG_01이 참(true)이 아니면, 단계 1614에서, 상기 터보펌프는 비활성(SET_TP_INACTIVE)으로 설정된다.
이와 유사한 동작이 루틴 1620, 1630, 1640, 1650, 1660, 1670, 1680, 및 1690에서 수행된다. 즉, 루프 1620은 터보 펌프오류(TP_FAULT) 및 오류 허용치(TP_FAULT_PERMISSIVE)를 조회 및 설정하고; 루프 1630은 터보 펌프 경보(TP_ALARM)를 조회 및 설정하고; 루프 1640은 수액 흐름 경보(TP_HO_FAIL)를 조회 및 설정하고; 루프 1650은 아이들(idle) 경보를 설정하고; 루프 1660은 전체적인 허용상태를 점검하고; 루프 1670은 터보 펌프 가속 파라미터를 점검하고; 그리고, 루프 1680은 상기 터보 펌프에서의 진공 경보를 점검한다. 루프 1690은 결정 블록 1659를 경유하여 접근되는 서비스 루프이다.
증착장치(100)를 제어하기 위하여 본 발명에서 이용되는 여타 프로세서에 따라, 유사한 허용 루틴을 이용할 수 있다는 것은 본 발명과 관련된 기술의 평균적인 지식을 가진 사람이라면 이해할 수 있을 것이다.
도 7에 도시된 바와 같이, 입출력(I/O) 스캐너(750a)는, 시스템 오퍼레이터가 자동운영 모드(730), 수동 운영 모드(732) 또는 서비스 모드(734)를 선택하게 하는 모드제어 블록 725를 포함한다.
일반적으로, 입출력 스캐너(750a)는, 다양한 하드웨어 구성요소에 따라 생성된 입출력 데이터의 다수의 브리크를 스캐닝하고, 명령요구를 하드웨어로 운송한다. 입출력 스캐너(750a)는, 자동 모드(730a), 수동 모드(732a) 및 서비스 모드 734a를 수행하기 위하여, 요구되는 명령 에러를 점검하는 모드에서 스캐너(772)를 포함하는 경보 모니터 블록 770에 연결되는 에러 타이머(776)를 동작시킨다. 에러가 검출되면, 에러 타이머의 출력신호는 경보 모니터(770)로 전달된다. 경보 모니터(770)는, 외부 경보, 낮은 수액 순환 또는 전체 허용의 위반을 위한 기계적 펌프; 위치 장애 또는 전체 허용 위반을 위한 기계적 펌프 격리 밸브; 위치 또는 전체 허용 위반을 위한 터보 펌프 포라인 밸브; 및 외부 펌프 경보, 낮은 수액 순환 아이들 오류, 가속 오류, 높은 포라인 밸브 압력 또는 전체 허용 폐쇄(lockout); 에서의 에러를 점검하고, 위치센서가 고장인지를 점검한다. 일단 에러가 검출되면, 조회 하드웨어 상태는 저장되고, 모드 에러 스캐너(772)는 각각의 모드 셋업(set-up)에서의 에러를 점검하고, 자동 모드 테스트 루틴(774)을 인에이블시킨다. 모드에러가 검출되면, 경보가 경보 모니터(770)에서 발생된다.
프로세서 A에 의하여 조정되는 주요기능은 시스템(100)의 진공을 준비하는 것이다. 블록 733에 도시된 바와 같이, 자동진공 준비는, 루틴 730, 732를 통하여 각각 자동 또는 수동으로 인에이블되는 방식으로 이루어질 수 있다. 자동 진공 준비 블록 733은, 고진공 기계식 펌프 격리 종결, 고진공 기계식 펌프 제어 모듈, 고진공 기계식 펌프 격리 밸브 구성, 고진공 펌프 포라인 밸브 제어, 및 고진공 터보펌프 폴리콜드 펌프제어(도 17에 도시된 1700);를 제어하는 루틴을 포함한다.
도 17은 시작 터보 펌프와 블록 733에 보이는 펌프제어(START HIVAC TP_PC CONTROL)루프를 제시하고 있다. 도 17에 도시된 바와 같이, 단계 1702에서의 초기화이후에, 터보 펌프 폴리콜드 색인블록(tp_pc_ind)은 단계 1710의 것과 같게 설정 된다. 블록 1712에서, 터보 펌프가 구성(configure)되었는지의 테스트가 행하여지고, 만일 터보 펌프

가 구성될 필요가 있으면, 터보 펌프 펌프제어 색인은 블록 1790의 블록 1718에서 증가된다. 터보 펌프가 구성을 요구하면, 블록 1714에서 요구가 수행되어 터보 펌프(TP_PC_REQ=T)의 동작을 시작한다. 블록 1716에서, 루틴은 응답을 기다리고, 블록 1719에서, 루틴은 상기 증가 수치가 20미만인지 또는 20과 같은지를 점검하고, 같지 않으면, 상기 색인은 블록 1720에서 1로 설정되며, 일련의 펌프 구성(configuration) 점검이 이루어진다. 예비적인 전체 구성 점검은 블록 1722에서 이루어진다. 구성이 필요하면, 블록 1724에서, STATUS=5 조회는 상기 터보 펌프가 정상속도인지를 결정한다. 이 경우, 상기 stat_ready 변수는 증가하고 (블록 1750), 구성 색인이 증가하게 된다(블록 1760) 구성색인이 20미만이거나 20과 같을 경우, 1770은 단계 1720으로 귀환하여 상기 터보 펌프의 상태조회를 계속 한다.

단계 1726(STAT_1)에서 점검으로, 외부 펌프 경보가 발생되었는지가 결정된다. 단계 1730('STATUS_3')에서는 아이들 오류가 조회된다. 낮은 수액 오류는 블록 1728에서 점검된다. 단계 1736(STAT_7)에서는 포라인 압력이 점검되고, 전체 허용에 대하여는 블록 1728('STATUS_8')에서 이루어진다.

터보 펌프가 준비되어 있다고 한다 1780에 나타나면, tp_index가 단계 1782에서 1로 설정된다. 단계 1784는 한번 더 상기터보 펌프가 준비되어 있는지를 점검하고, 준비되어 있으면 상기 펌프의 수는 단계 1786에서 증가되고, 색인(index)은 단계 1788에서 증가한다. 단계 1790은 상기 색인이 21미만인지의 결정을 위한 점검이 이루어지며, 단계 1792, 1794 및 1796은 상기 터보펌프의 자동 스타트를 인에이블시킨다.

도 7에 도시된 바와 같이, 서비스 모드(734)는 상기 시스템의 진공 준비를 디스에이블시키고, 챔버격리가 달성되었다는 가정하에 각각의 챔버에서의 펌핑을 선택적으로 차단(shut-down)하게 된다.

블록 760의 유틸리티 루틴은 구체적인 기능이 주어진 제어 루틴을 표시하고 따라서, 여타 루틴은 각각의 프로세서에 할당된다. 블록 760에 도시된 바와 같이, 프로세서 A에 이용될 수 있는 루틴은, 모든 터보펌프 포라인 밸브를 폐쇄시키고, 상기터보 펌프 포라인 밸브를 개방시키고, 프로세서 A에서의 비휘발성 램을 복원시키고, 그리고 모든 터보 펌프를 정지시키는데에 이용될 수 있다.

도 7에는 또한 에어 나이프 제어 792 및 복귀 컨베이어 제어 794가 도시되어 있다. 에어나이프는 시스템(100)의 챔버 1 바로 앞에 위치된다. 일반적으로, 장치(100)는 청결한 실내환경하에서 유지되고, 분리되고 인접한 청결실에서 자동화된 적재 로봇에 의하여 처리되도록 팔레트 상면에 기판이 적재된다. 상기 에어나이프는, 기판 적재 영역의 환경 및 기판주변에서 유지되는 환경의 격리에 이용된다.

기판이 챔버 20에서 프로세싱되어 팔레트로부터 제거된 후, 챔버 1로 복귀하는 팔레트를 운송하는 복귀 컨베이어 50은 제어 루틴 794에 의하여 제어된다.

통신 제어 740은 전원공급이 되면 초기화되어, 지속적으로 프로세서 A와 ARCNET 시스템 사이의 상호작용을 제어한다. 통신제어 루틴은 청취 모듈 742 및 대화 모듈 744를 초기화시킨다. 청취 모듈 742는 지속적으로 네트워크 통신량을 점검하고, 프로세서 A가 수신하는 통신의 주소 및 길이를 평가한다. 통신 스트림의 에러는 시스템 오퍼레이터의 주의를 환기시키게 된다. 대화 모듈 744는 프로세서 A와 시스템 소프트웨어사이의 통신 및 제어시스템의 여타 프로세서를 제어한다. 결국, 에러 체크 모듈 745a 및 에러 처리기(error handler) 748a가 제공된다. 에러 체크 루틴 745a는, 직렬포트장애, 명령 전송타임아웃, 테이블 색인 장애, 매스 오버플로우(math overflows), 비정수(un-real numbers), 제로에러에 따른 분리, 및 버스에러로 인하여 발생할 수 있는 입출력 에러를 검색한다.

에러 체크 루틴 745a에 의하여 에러가 복귀되면, 에러 조정기 748a가 플래그된다. 상기 에러는 입출력 브리크의 장애를 플래스하는데에 이용된다. 루틴은 플래그를 설정하여 브리크의 반응에 장애가 있다는 것을 표시한다. 상기 브리크는 변수표에서 -1 설정(set)뿐 아니라 변수 BRICK_STATUS에서의 비트 설정에 의해서도 확인된다. RE_ENABLE_BRICK는, 타입 아웃 에러로 인하여 디스에이블된 브리크와의 통신을 재설정하는 시도를 수행하게 된다. 에러 처리기 748a는 스트링 변수 CURRENT_ERROR_MESSAGE 및 브리크 에러 테이블에서의 현재에러 메시지를 로그한다.

도 8은 프로세서 B에 따라 일반적으로 실행되는 제어 루틴의 오버플로우 흐름도이다.

프로세서 B는 챔버 1-4에서의 기판의 프로세싱을 제어한다. 챔버 1-4는 각각, 적재 로크 챔버 1, 버퍼 챔버 2, 에칭 챔버 3, 및 소우크 히터 챔버 4로 구성된다. 프로세서 B는, 자기 스퍼터링 챔버에 앞서서, 프리히팅(pre-heating)공정의 히터업을 제어한다.

상기 제어시스템의 블록 702b에 전원이 공급된 후, 초기화 루틴 705b는, 비휘발성 메모리, 변수, 포인터 및 에러 테이블을 복원시킨다. 도 8-13에 도시된 바와 같이, 프로세서들은 유사한 프로그램 루틴을 사용하며, 이에 대한 상세한 설명은 생략한다. 제어 블록들 사이의 유사성으로 인하여, 유사한 참조 번호가 상기 도면에 이용되고, 프로세서 지정 문자도 이에 따라 변한다. 즉, 도 8의 많은 기능 블록은 도 7의 것과 유사하다.

가령, 프로세서 A에 대하여 설명된 것과 실질적으로 상등한 청취루틴 742b 및 대화루틴 744b를 포함하는 통신제어 740b는 도 8에 도시되어 있으나, 본 기술분야의 평균적인 지식을 가진 사람에게는 쉽게 이해되는 바, 청취루틴 742b 및 대화루틴 744b는 상기 시스템의 프로세서 B의 입출력에 따라 동작하도록 구성된다.

프로세서 A에 이용되지 않는 하나의 루틴은 센서 스캐너 820b이다. 스캐너 820b는, 각각의 챔버의 기판 위치 센서와 상호작용하도록 프로세서 B에 요구되며, 제어시스템과 시스템 오퍼레이터가 기판 프로세싱을 최적화하도록 한다. 상기한 바와 같이, 각각의 챔버는, 챔버의 입력(INP), 중간지점(MID) 및 출력(OUT)에서의 3개의 센서를 포함한다.

도 18은 프로세서 B에 이용되는 센서 스캐너 루틴을 도시한다. 다른 챔버에 대한 것이지만, 이와 유사한 루틴이 프로세서 B-E에 이용된다. 입력 센서는, 팔레트의 이동방향으로 즉, 챔버 1에서 챔버 20으로, 입력 도어에 근접하게 위치되고, 중간지점센서는 입력과 출력의 중간에 위치하며, 그리고 출력센서는 상기 챔버의 출구 도어에 위치된다. 상기 챔버들을 스캐닝하기 전에, 우선적인 스캐너 루틴이 단계 1810에 설정된다. 도 18에 도시된 바와 같이, 센서 스캐너 820b는 단계 1811-1814에서 각각 챔버 1, 2, 3 및 4를 스캔한다. 각각의 스캐닝 단계 1811-1814는 데이터 브리크

를 읽어들여, 입력, 중간지점 및 출력 센서의 상태가 변화하였는지를 결정한다. 입력 센서 밸브중의 어느 것도 변하지 않았으면 (블록 1820)각각의 중간지점센서용 팔레트를 위한 타이머가 단계 1825에서 2초기간으로 설정되고 (set_4_MID), 이러한 특정 스캐닝동안 입력 센서의 값은 단계 1830에서 얻어진다. 다음 스캔에서, 만일 상기 입력 센서값이 변하였으며 (블록 1820), 중간지점 타이머가 종료되었는지를 결정하는 점검이 결정 블록 1835에서 수행된다. 단계 1840에서 타이머가 종료되면, 주어진 챔버에 제공된 4개의 중간지점센서의 값은 각각의 챔버의 4개의 입력센서의 값과 같도록 설정되며, 주어진 스캐닝 기간동안 4개의 입력 센서 값은 단계 1830에서 얻어진다. 만일 타이머가 종료되지 않으면, 루틴이 단계 1845에서 루핑하며 단계 1810으로 복귀한다.

단계 1820, 1825, 1835 및 1840에서 에러가 검출되면, 제어 루팅에 따라 하드웨어 센서의 장애가 오버라이드(override)되며, 이에 따라 시스템 오퍼레이터는, 어디서 팔레트가 오류 하드웨어 센서의 존재를 오버라이드하는가에 따라, 팔레트의 위치를 판단한다.

초기값을 구한 후에, 스캐닝 루프는 지속적으로 도 18에 도시된 루프를 통하여 스캐닝하고, 상기 시스템을 통과하는 챔버 및 기판의 상태를 점검한다.

블록 815에 도시된 보터 허용 루틴은 프로세서 B에 이용되어 증착 장치(100)에서의 팔레트 동작을 제어한다. 다른 시스템 허용치와 같이, 모터 허용 루틴은, 주어진 시스템 챔버에서의 팔레트 위치 및 챔버를 통하여 팔레트를 이동시키도록 작동하는 모터에 대한 제어속도에 따라 모터의 동작을 제어하는 집합적인 조건이다. 적재속도 모니터 루틴은 팔레트의 로드인(load-in)속도를 장치(100)에 맞게 제어한다.

입출력 스캐너 및 도어 제어 허용 블록 750b는 프로세서 A에 이용되는 입출력 스캐너와 유사한 방식으로 작용한다. 상기 도어 허용치는 기판 프로세싱에 대한 챔버 도어 상태의 제어에 이용된다. 블록 750b는, 챔버 도어, 입력, 중간지점 및 출력 센서의 상태 및, 고진공 밸브의 개방/폐쇄 상태값을 단계 823b에서 비휘발성 램에 맵핑하고 저장하는 입출력 맵퍼 828b를 포함한다.

프로세서 B는 또한, 상기 시스템의 처음 4개의 챔버에서 기판의 준비에 이용되는 장치(100)의 하드웨어에 이용되는 파라미터를 선택하는 레시피 파리미터 루틴들(recipe parameter collection ruotine)을 포함하는 입출력 및 허용 블록 720b를 이용한다. 즉, 상기 파라미터 루틴들은, 시스템 모니터 루틴; 프로세서 A에서, 루틴 745a 및 748a와 동일한 방식으로 입출력 에러 신호 832를 입력받고 기능하는 입출력 에러 조정 루프 830을 인에이블시키는 에러 체크 루틴 824b; 히터 명령제어기 816b, 히터 통신 제어기 818b, 진공 게이지 조건 명령 제어기 712b, 및 VGC 통신 제어 714b를 인에이블시키는 진공 밸브 허용 루틴 826b; 챔버 1의 트랜스포크 속도에 대한 허용치의 역할을 하는 적재 속도 모니터 루틴; 및 러프 밸브, 벤트 밸브 및 고진공 밸브를 위한 허용 루틴;을 포함한다.

또한, 챔버 9에 제공되는 제 2 패스-바이 히터가 자기 박막 증착에 앞서서 팔레트의 히팅에 이용되는지를 판단하기 위하여, '고온 자기(hot magnetic; HOT MAG)' 스퍼터링 공정 테스트 828이 제공되거나, 챔버 9의 히터 허용치가, 단계 892b에서, 챔버 9의 히터 전원을 디스에이블시킨다. 이 경우, 히터 9의 허용치가 인에이블되어, 공정 루프 9 (블록 890)가 챔버 9의 히터를 제어하게 된다. 모드 제어 725b는, 자동 모드 730b, 수동 모드 732b, 또는 서비스 모드 734b사이에서, 선택이 이루어지게 한다.

허용 루프 720b는, 허용 루프 720b를 위한 에러 타임아웃을 제공하는 에러 스캠 타이머 776b를 초기화시킨다. 타이머가 종료되면, 모드 에러 스캐너 772b, 동력 공급 에러 스캐너, 도어 에러 스캐너, 모터 및 센서 에러 스캐너, 및 히터 에러 스캐너를 포함하는 경보 모니터 블록 770b가 초기화된다.

자동화된 공정모드 730b에서, 초기화 단계 880b는, 히터 인에이블 스위치를 세팅하고, 낮은 전원하에서 히터를 인에이블시키고, 그리고 고진공 밸브의 흡입을 제어하는 루틴을 포함한다. 초기화 단계 880b에서의 트랜스포트 모니터 초기화, 프리마그네틱(pre-magnetic) 스퍼터링 히터 제어 공정(PROC 9) 890, 바코드 통신 제어기 872와 통하는 팔레트 트래킹 제어기 870, 챔버 1-4를 통하여 기판의 이동을 제어하는 공정 루프 860, 862 및 864, 그리고 트랜스포트 제어기 866b의 동작이 시작된다.

본 발명에 따른 제어시스템의 특징은, 기판 위치 센서의 하드웨어 오류를 고려하여, 상기 하드웨어의 보수를 위한 시간이 확보될 때까지 상기 제어시스템이 균형있게 동작을 지속하도록 하는 기판 위치 검출 시스템을 구현하는 것이다. 이러 한 특징은, 도 8-11에서 트랜스포트 모니터 제어 루프 (도 8의 883b, 885b) 및 소프트 센서 제어 루프 (도 8의884b, 886b)의 형식으로 제시되고 있다. 인코더 베이스(encoder-based)와 타임 베이스(time-based)의 2개의 개별적인 체크가 팔레트 위치에서 동시에 이루어진다. 인코더 베이스 루프 883b, 884b에서, 팔레트의 위치는, 인코더가 연결되는 각각의 트랜스포트 스테이지 모터의 회전을 측정하는 인코더에 따라 제공되는 값에 따라 상대적으로 결정된다. 타임 베이스 루프885b, 886b에서, 팔레트의 위치는, 모터 속도의 세트포인트(setpoints)에 상대적인 팔레트의 계산된 속도를 토대로하여 결정된다. 이들 중의 어느 시스템이나, 하드웨어가 고정인 경우에 장치(100)의 지속적으로 동작하기에 적절한 방식으로 본 발명에 따른 시스템에서 사용될 수 있다.

도 8에 도시된 바와 같이, 몇몇 예에서, 인코더 베이스 및 타이머 베이스의 트랜스포트 모니터 및 소프트 센서의 두 가지 루틴은, 하드웨어 위치 센서에 대한 상기 시스템의 팔레트 위치의 트랙킹 및 오버라이딩에 이용된다. 그러나, 각각의 시스템은 독자적으로 이용된다.

트랜스포트 모니터 루틴 883b, 885b는 문제점을 모니터하기 위하여 각각의 챔버 1-4에서의 동작을 제어하는 각각의 모터를 점검한다. 상기 트랜스포트 모니터는 4개의 적재단계에서의 순차적인 적재를 점검하고, 윈도우 또는 인코더 관계로 주어진 시간이내에 동작 단계가 완성되었는지에 따라 각각의 개별 모터의 문제가 존재하는지를 결정하게 된다. 그렇지 않으면, 모터의 문제점에 따른 오류가 발생된다. 상기 트랜스포트 모니터에 따라, 소프트웨어 위치 센서 오버라이드 루틴884b, 886b (이하 소프트 센서 루틴으로 칭함)의 동작이 시작된다.

도 19A-B 내지 21A-B를 참고하여, 소프트 센서 제어 루틴 884b, 886b를 설명하기로 한다. 센서 스캐너 820과 연계하여, 상기 소프트 센서 루틴은, 시스템 오퍼레이터를 고려하여, 하드웨어 위치센서의 기계적 결함을 오버라이드하

여 프로세싱을 지속하는 한편, 소프트웨어를 통하여 오류 하드웨어 센서가 있는 챔버를 통하여 운송되는 팔레트의 위치를 트래킹하게 된다.

도 19A-B, 20A-B, 및 21A-B는, 주어진 챔버를 위한 소프트 센서의 입력, 중간지점, 출력센서 루프에 대한 루틴을 도시하고 있다. 루틴 19A, 19B; 20A, 20B; 및 21A, 21B는 병렬로 동작하여, 상기 개별적인 챔버의 입력, 중간지점 및 출력 센서를 모니터한다. 도 19A 및 19B에 도시된 바와 같이, 입력 소프트 센서 루틴 1900a, 1900b는 각각 단계 1910a, 1910b에서 초기화된다. 도 3에 도시된 프로세싱 하드웨어는 프로세서들에 의한 루틴의 우선 실행을 고려하여, 단계 1910에서, 주어진 소프트 센서 루프는 우선적으로, 1에서 10까지의 스케일에서 10으로 설정된다. 단계 1912a 및 1912b에서, 색인 위치(soft_ind)에 1의 값을 설치하여 소프트 색인을 초기화한다. 단계 색인(step index)은 단계 1914a, 1914b에서 복귀된다. 시스템이 초기화되면, 어떠한 팔레트도 시스템을 통하여 이동하지 못하며, 따라서 결정 단계 1920a, 1920b 및 1930a, 1930b에서는, 어떤 팔레트도 특정한 입력 센서에 적재 또는 비적재되지 못한다. 따라서, 결정블록 1940a, 1940b는, 도 6에 도시된 상태표(status table)에서 대기출력(waitting-out)(WTO) 비트의 상태를 점검하여, 팔레트가 주어진 챔버의 출력에 따라 대기하고 있는지를 결정한다. 인코더 버전 1900a에서, 출력이 거짓이면, 대기입력(waiting-in)(WTI) 비트의 상태를 결정하는 점검이 이루어진다. 단계 1940a에서의 WTO 비트 테스트 결과가 다시 참(true)이면, 입력 센서값은 TRUE로 설정되고, 소프트 센서 색인은 단계 1955a에서 증가된다. 소프트 센서 루프의 타이머 버전에서, 단계 1940b에서의 테스트 결과가 초기화 때처럼 챔버의 출력시에 대기중인 팔레트가 없음을 표시하면, 입력 센서(sen_inp)값은 단계 1942에서 거짓으로 설정되고, 적재 시간값은 단계 1944에서 설정되고, 비적재 시간값은 단계 1946에서 설정되고, 또한 소프트 센서 색인은 단계(1955b)에서 증가된다. 루틴 1900b에서, 단계 1940b의 WTO 비트값이 참이면, 상기 입력 센서에는 TRUE가 설정된다. 이러한 두 가지 경우에서, 소프트 센서의 추가가 없으면, 단계 1960a, 1960b는 단계 1955a, 1955b로 복귀하고, 색인 및 루프를 각각 단계 1914a, 1914b로 증가시킨다.

'로드인(load-in)'의 진행과정이 초기화되면, 팔레트는 대기하다가 챔버안으로 적재되고, 단계 1920a, 1920b의 결과값은 참이 된다. 소프트 센서 인코더 루틴 1900a에서, 주어진 모터에 대한 인코더값은 단계 1921에서 읽혀지며, 단계 1923에서는, 공정단계 순번 1에서의 적재가 활성화되었는지를 판단한다. 활성화된 경우는, 입력 센서값이 단계 1927에서 거짓(false)으로 설정되며, 활성화되지 않은 경우는, 입력 센서값이 단계 1927에서 거짓으로 설정된다. 소프트 센서 타이머 루틴 1900b에서, 현재의 적재시간은 단계 1922에서 검색된다. 적재시간이 단계 1924에서 영(zero)과 같은 값으로 판정되면, 입력 센서는 단계 1926b에서 참(true)으로 설정되며, 이는 팔레트가 챔버로 들어가고 소프트 색인은 단계(1955b)에서 증가됨을 나타낸다. 적재 시간이 단계 1924에서 영(zero)과 같지 않으면, 소프트 색인은 즉시 증가된다. 비적재 공정이 주어진 챔버에서 발생하면, 단계 1920a, 1920b는 거짓(false)이 되고, 또한, 각각의 단계 1930d, 1930b에서의 루틴은 비적재가 진행 중인지를 결정한다. 센서 루틴 1900a에서의 인코더값은 단계 1932a에서 검색된다. 단계 1933의 루틴은, 인코더 단계 3이 종료되었는지를 점검한다. 종료되었으면, 입력 센서가 거짓으로 설정되고 (1936a), 그렇지 않으면, 그 값은 참으로 설정된다(1938a), 다시, 소프트 센서 색인값이 단계 1955a에서 증가된다. 타이머 루틴 1900b에서는, 단계 1932b에서, 비적재시간이 검색된다. 검색된 비적재 시간이 단계 1934에서 영(zero)으로 결정되면, 센서 입력은 단계 1936b에서 거짓으로 설정된다. 상기 비적재 시간이 영(zero)이외의 값과 같은 것으로 나타나면, 단계(1938b)에서, 입력 센서값은 참으로 설정된다. 이에 따라, 소프트 색인은 단계(1955b)에서 증가된다. 단계 1960a, 1960b에서 추가적인 입력 소프트 센서가 검출되지 않으면, 단계 1962a, 1962b에서 서비스 요구가 있는지를 알기 위한 점검이 이루어지고, 상기 루틴은 단계(1964)에서 서비스루틴으로 탈출한다. 다음으로, 단계(1966a, 1966b)가 상기 중간지점 센서 루틴이 준비상태인지를 결정하면, 중간지점 소프트 센서를 위하여 상기 루틴은 각각의 루틴(2000a, 2000b)으로 각각 탈출한다.

따라서, 오류 입력 센서에 있어서는, 하드웨어 할당이 주어진 상태에서 소정의 값이 센서 작동상태 SEN_INP에 할당된다.

도 20A 및 도 20B에 도시된 바와 같이, 중간지점 소프트 센서 제어 루프 2000a 및 2000b는 도 19A 및 도 19B에 도시된 것과 비슷하다. 따라서, 이와 유사한 제어 단계에서는 유사한 참조 번호가 주어진다.

단계 2020a, 2020b, 2030a, 2030b, 2040a 및 2040b에서는, 시스템에서의 조건이 활성화가 되고 있는지, 챔버로부터의 비적재가 수행되고 있는지, 또는 챔버의 출력부에 팔레트가 대기 상태에 있는지를 결정하게 된다.

초기상태에서는, 시스템은 적재 및 비적재 모드에 있지 않게 된다. 루틴 2000a, 2000b는 단계 1940a, 1940b에서 시작된다. 만약 WTO 비트가 참(true)이라면, 단계 2040a, 2040b는 중간지점 센서값이 참값(단계 2062a, 2062b)에 설정되었다는 것을 의미한다. 루틴 200a에서, 만약 WTO 비트가 거짓(false)이라면, WTO 비트의 조회가 이루어진다. 그리고 만약, 그 값이 참이라면, 중간지점 센서값은 단계 2045a에서 거짓으로 판단된다. 루틴 2000b에서, 만약 WTO 비트가 거짓이라면, 중간지점 센서(SEN_MID) 값은 단계 2060에서 거짓으로 설정된다. 만약, 적재가 이루어지고 있다면(단계 2020a, 2020b에서 참값으로 된다). 루틴 2000a에서, 입력 센서(SEN_INP)의 상태가 단계 2021a, 2021b에서 조회된다. 만약 그 값이 거짓이라면, 중간지점 센서의 값은 단계 2031a에서 거짓으로 설명되며, 소프트 인덱스는 증가된다. 루틴 2000b에서, 중간지점 센서 값은 거짓으로 설정되며, 타이머는 단계 2032에서 설정되며, 소프트 인덱스는 단계 2055b에서 증가된다. 루틴 2000a에서는, 만약 입력값이 참이라면(단계 2021a), 인코더값은 단계 2023a에서 원래의 값으로 된다. 단계 2025에서, 인코더 단계(2)가 완료되었는지를 결정하기 위한 점검이 이루어진다. 만약 그와 같이 된다면, 중간지점 센서값은 단계 2026a에서 참값으로 설정되며, 만약 그러하지 않다면, 단계 2031a에서 거짓으로 설정된다. 루틴 2000b에서, 만약 입력 센서의 값이 단계 2021b에서 참이라면, 단계 2022에서, 타이머가 회복되며, 타이머에서의 값이 단계 2024에서 읽어진다. 만약, 타이머 값이 제로라면, 중간지점 센서값은 단계 2026b에서 참으로 설정된다.

만약, 비적재 조건이 단계 2030a, 2030b에서 결정된다면, 입력 센서의 값은 단계 2043a, 2043b에서 참인지를 결정하기 위하여 조회된다. 루틴 2000a에서, 만약 입력 센서값이 참이라면, 인코더 값이 단계 2051에서 읽어지며, 인코더가 단계(4)에 위치하는지의 여부를 결정하기 위하여 단계 2053에서 조회가 이루어진다. 만약 그러하다면, 중간지점 센서값이 단계 2054a에서 거짓으로 설정된다. 만약 인코더값이 단계(4)에 이르지 않았다면, 중간값 센서는 단계 2046a에서 참으로 설정된다. 루틴 2000b에서, 만약 그 값이 참이라면, 비적재 타이머는 단계 2042에서 회복되며, 타이머는 단계 2044에서 초기화된다. 그리고, 중간지점 센서의 값은 단계 2046에서 참으로 설정된다. 결과적으로 단계 2055b에서, 소프트 인덱스가 증가된다. 단계2043b에서, 만약 입력센서(SEN_INP)가 거짓이라면, 타이머값이 단계 2050에서 읽어진다. 타이머값은 단계 2052에서 조회되며, 만약 타이머가 제로값과 같다면, 중간지점 센서값은 단계 2054b에서 거짓으로 설정된다. 만약 타이머의 값이 제로와는 다른 값이라면, 소프트 인덱스는 단계 2055b에서 증가된다. 상기 둘 루프에서, 단계 2065a,2065b에서는 추가적인 센서들을 점검하게 되고, 단계 2066a, 2066b에서 준비된 상태라면, 루틴 2000a, 2000b는 인코더 및 타이머를 이용한 출력 소프트-센서 제어루프 2100a, 2100b로 각각 이동한다.

도 21A 및 21B에 도시된 바와 같이, 챔버의 출력부에서의 센서들에 있어서의 제어 루틴 2100a, 2100b는 센서변수 및 인코더 단계에서 조회가 이루어진다는 사항을 제외하고는 도 29A 및 29B에 설명된 루틴 2000a, 2000b와 각각 동일하다. 따라서, 각각의 챔버 1 내지 20에 있어서, 한 가지 또는 그 이상의 하드웨어 위치 센서에 오류가 발생하면, 소프트 센서 루틴은 시스템에서 루틴을 유지하기 위한 대체 센서값들을 제공할 수 있게 된다.

도 8에 도시된 바와 같이, 단계 730b에서 자동모드가 선택될 때, 챔버도어 상태와, 프로세스 챔버 1, 2, 4의 배출을 각각 제어하는 챔버 1 프로세스 루틴(PROC-1)(860), 챔버 2 프로세스 루틴(PROC-2)(862) 및 챔버 4에 프로세스 루틴(PROC-4)(864)들이 인에이블된다. 도 8에 도시된 바와 같이 제 1 프로세스 챔버는 소프트 러프(rough) 및 소프트 벤트(vent) 루틴 861A 및 861B를 구비하고 있다. 프로세스 챔버(1)는 장치(100)에 있어서의 적재 로크 챔버이다. 도 22는 주위의 압력으로부터의 팔레트를 배기된 스퍼터링 장치를 이동시키기 위하여 반복적으로 (진공상태로) 펌핑-다운(down)과 (대기상태로) 배기하는 챔버 1을 구비하고 있는 챔버 1 프로세스 PROC-1(2200)을 제어하기 위한 루틴을 도시하고 있다. 단계 2202에서 초기화가 이루어지고 난 이후에, 챔버(1)가 비어 있는지를 결정하기 위하여 단계(2204)에서 조회가 이루어진다. 만약 챔버(1)가 비어 있다면, 입력 및 출력 도어는 단계(2206) 및 (2208)에서 클로즈된다. 만약 챔버가 비어 있지 않다면, 입력 및 출력 도어가 클로즈되고 난 후에, 단계(2210)에서 도 6에 도시된 상태 테이블로부터 인에이블 비트가 읽혀진다. 다시, 챔버(1)가 비어 있는지에 대하여 단계(2212)에서 결정된다. 만약 챔버(1)가 비어 있다면, 프로세스 비트는 단계(2214)에서 설정되며, 입력도어가 단계(2216)에서 인에이블 되는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 이루어진다. 만약 챔버로의 입력이 인에이블 되면, 챔버 벤트는 단계(2218)에서 설정해제되며, 단계(2220)에서 이전의 챔버(이 경우에 있어서 적재 영역)가 비어 있는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 이루어진다. 만약 이전의 챔버가 비어있지 않다면, 입력 도어가 단계(2222)에서 오픈되며, 소프트 벤트 요청이 이루어졌는지(SV_2)에 대한 여부를 결정하기 위한 조회가 단계(2224)에서 일어난다. 만약, 그러하다면, 단계(2226)에서 소프트 벤트 챔버 퍼지(purge)를 개시시키기 위하여 소정의 신호가 출력된다. 만약 이전의 챔버가 비어 있다면, 루틴 루프는 단계(2236)에서 다음 적재단계를 점검한다. 단계(2216)에서, 만약 챔버입력이 인에이블된다면, 입력도어가 클로즈되었는지 그리고 서비스조회(2275)를 통하여 루틴루프를 시작해야 하는지의 조회가 이루어진다. 만약 입력도어가 클로즈되어 있지 않다면, 단계(2232)에서 입력도어가 클로즈된다. 그 이후에, 출력도어가 단계(2234)에서 클로즈되었는지의 여부를 결정하기 위한 점검이 일어난다. 만약 출력도어가 클로즈되어 있다면, 챔버의 소프트 벤트가 필요한지의 여부를 결정하기 위하여 단계(2240)에서 조회가 이루어진다. 만약 그러하다면, 단계(2241)에서, 벤트가 단계(2245)에서 인에이블 될 때 단계(2243) 이후에 완료될 때까지 소프트 벤트가 개시된다. 만약 출력도어가 클로즈되어 있지 않다면, 단계(2236)에서 다음 팔레트가 적재될 것인지의 여부를 결정하기 위하여 조회가 이루어진다. 만약 다음 팔레트가 적재되지 않으면, 출력도어는 단계(2238)에서 클로 즈된다. 만약 다음 로드가 대기 상태라면, 루틴은 단계(2210)로 돌아간다.

만약 챔버(1)가 비어 있지 않다면, 단계(2212)에서의 조회결과로서, 챔버가 풀(full)인가에 대한 결정이 단계(2242)에서 일어난다. 만약 챔버가 풀(full)이 아니라면, 프로세스 비트가 단계(2244)에서 클리어된다. 만약 챔버가 풀이라면, 단계(2246)에서, 프로세스 비트가 설정된다. 다시, 입력도어가 단계(2248)에서 클로즈되는지에 대하여 조회가 이루어진다. 만약 그러하지 않다면, 입력도어가 단계(2250)에서 클로즈된다. 소프트 벤트가 필요한지에 대하여 단계(2251)에서 조회가 이루어진다. 만약 그러하다면, 퍼지(purge)가 단계(2253)에서 이루어진다. 만약 입력도어가 클로즈되어 있다면, 출력도어가 단계(2252)에서 인에이블 되는지에 대하여 조회가 이루어진다. 만약 출력도어가 인에이블되면, 러핑 루틴(roughing routine)이 단계(2254)에서 턴-오프되며, 다음 팔레트가 대기 상태에 있는지에 대하여 단계(2256)에서 결정된다. 만약 다음 팔레트가 대기상태에 있다면, 출력도어가 단계(2258)에서 오픈된다. 만약 다음 팔레트가 대기상태에 있지 않으면, 루틴은 단계(2210)로 돌아간다. 단계(2252)에서, 만약 출력도어가 인에이블되지 않는다면, 단계(2260)에서 출력도어가 클로즈되었는지의 여부를 결정하게 된다. 단계(2260)에서, 만약 출력도어가 클로즈되어 있다면, 챔버의 소프트 러프(rough) 펌프-다운이 단계(2262)에서 필요한지에 대한 결정이 이루어진다. 만약 소프트 러프가 필요하다면, 소프트 러프가 단계(2261)에서 이루어지며, 단계(2263)에서 이루어질 때가지 계속된다. 만약 소프트 러프가 단계(2262)에서 필요하지 않으면, 또는 단계(2263)에서 이루어진다면, 챔버의 러핑(roughing)이 단 계(2265)에서 이루어진다. 만약 출력 도어가 단계(2260)에서 클로즈되어 있다면, 단계(2264)에서 적재를 위하여 다음 팔레트가 사용가능한지에 대한 조회가 이루어진다. 만약 그러하다면, 시스템은 단계(2210)로 루프-백 된다. 만약 단계(2264)에서 적재를 위하여 다음 팔레트가 사용가능하지 않으면, 단계(2266)에서 출력도어가 클로즈된다. 따라서, 이러한 방법으로 챔버(1)에서의 적재 록(lock)이 입력, 출력도어에서 팔레트의 센싱에 관련하여 제어된다.

도 8에 도시된 블록(862)(PROC-2)에 표시된 루틴에 의한 챔버(2)의 제어가 상기와 비슷한 방법으로 이루어진다.

블록(864)에 도시된 루틴 제어 챔버(4)(PROC-4)는 챔버(4)에서 소우크 히팅 프로세스(soak heating process)를 제어한다. 소우크 히터 프로세스 단계는 소정의 시간동안 히팅 요소로부터 열을 흡수(soak)하기 위하여 프로세스 챔버 내에 팔레트를 머물게 하는 단계를 포함한다.
챔버(4)(PROC-4)용 제어 프로세스가 도 23에 도시되어 있다. 단계(2302)에서의 초기화 이후에, 루틴은 자동(2503), 수동(2305) 또는 서비스 모드(2309) 작동을 가능하게 한다. 자동 모드에서는, 챔버의 작동상태가 단계(2304)에서 도5에 도시된 바와 같은 작동상태 테이블로부터 읽혀진다. 단계(2306)에서 팔레트가 챔버내에 위치하는가의 여부에 대한 조회가 이루어진다. 만약 팔레트가 존재한다면, 소우크(soak) 타이머가 단계(2308)에서 설정되며, 소우크 히팅이 단계(2310)에서 시작된다. 그리고, 플래그(flug)가 단계(2312)에서 설정된다. 히트 타이머가 완료될 때까지 그리고 주어진 프로세스 동안에 시스템을 통하여 작동을 하는 팔레트가 챔버 내에서 시간조절된 상태에서 노출된 결과로서 프로세스 온도까지 히팅될 때까지, 단계(2314)에서의 PROC-4 루틴은 단계(2312)에서 FLAG-1의 상태를 유지한다. 단계(2314)에서 일단 완료되면, 루프는 수동조회단계(2370)로 돌아가며, 자동모드에서는, 단계(2309) 및 (2303)을 통하여 단계(2304)에서 읽기 상태로 돌아간다.
단계(2306)에서 만약 팔레트가 시스템내에 위치하지 않으면, 단계(2320)에서 타이머의 작동상태가 조회된다. 만약, 타이머의 작동이 완료되면, 단계(2322)에서, 소우크(soak) 히팅은 끝나게 되며, 챔버(3)의 출력도어 챔버(20)는 단계(2324)에서 클로즈되며, FLAG_2가 단계(2326)에서 설정된다. 상기의 루틴이 완료될 때, 자동모드에서 루틴은 단계(2309, 2303)를 경유하여 단계(2304)로 돌아가며, 상기 루틴은 거짓으로 판단된다. 단계(2330)에서는, 도어의 클로징 상태 센서가 점검된다. 만약 도어가 클로즈되어 있다면, 장치(100)에서 사용된 프로세스 가스를 제어하는 가스밸브가 오픈된다. 가스 설정 포인트 테이블이 단계(2334)에서 설정되며, FLAG-3이 단계(2336)에서 설정된다. 단계(2340)에서는, 챔버(4)가 비어 있는지에 대한 여부를 결정하는 조회가 이루어진다. 만약 챔버(4)가 비어 있다면, 가스없음, 도어가 오픈됨을 알리는 플래그(2342)가 설정된다. 단계(2350)에서, 시스템은 팔레트가 시스템내에 존재하는지에 대한 조회가 이루어진다. 만약 팔레트가 존재하지 않으면, 가스없음 및 도어 열림(3) 플래그가 설정된다. 단계(2344)에서 프리-히팅이 요청 받을 수 있다. 만약, 프리-히팅 요청이 있으면, 프리-히팅 타이머가 단계(2346)에서 설정된다. 단계(2352)에서, 타이머의 초기화가 인에이블되면, 단계(2352)에서의 참 결과가 단계(2354)에서 도어 오픈(3) 변수를 초기화하며, 단계(2356)에서 완료한다. 단계(2352)에서 초기화가 실패한다면, 타임-아웃 단계(2358)는 단계(2362)에서 설정된 프리히트를 삭제하고 난 이후에, 루틴을 연결 포인트로 돌려놓을 것이다. 최종적으로, 단계(2360)에서, 챔버(3) 오픈 센서는 챔버(3)의 도어가 오픈되었는지의 여부를 결정하기 위하여 조회된다. 이점에 있어서, 루틴은 도어오픈 및 도어 클로즈된 센서들이 엑티브한지를 결정하기 위하여 그리고 챔버(4)(SEN_INP, SEN_OUT)에 설치된 입력 및 출력 센서들이 엑티브한지를 결정하기 위하여 정수 테이블 데이터를 점검한다. 만약 그러하다면, 루틴은 종료하며, 만약 그러하지 않다면, 자동모드에서 단계(2304)로 돌아간다.
만약 수동 모드 작동이 단계(2305)에서 선택된다면, 루틴은 만약 팔레트가 챔버 내부에 있지 않다면, 작동상태가 단계(2404)에서 읽혀지고, 상기에 기술한 프로세스 단계들이 구현되는 단계(2307)로 이동한다. 단계(2307)에서 챔버 내부에 팔레트가 위치하지 않는다면, 루틴은 수동작동이 요청되었는지의 여부를 결정하기 위한 단계(2370)로 이동한다. 만약 단계(2370)에서 수동작동이 요청되면, 또 다른 팔레트 체크가 단계(2372)에서 수행되며, 만약 챔버에 팔레트가 위치하고 있지 않으면, 단계(2374)에서 루틴이 현재 테스트모드에 있는지를 결정하는 테스트가 수행된다. 만약 루틴이 테스트 모드에 있으면, 챔버(3)의 출력 도어 비트는 단계(2376)에서 클로즈되도록 설정된다. 만약 루틴이 테스트 모드에 있지 않으면, 단계(2378)에서는 장치(100)에서 가스 백-필(backfill)이 준비되는지를 결정하기 위한 테스트가 수행된다. 만약 가스가 준비되지 않았다면, 단계(2384)에서 시스템 에 대한 테스트가 종료되었는지가 체크된다. 그렇게 됨으로서 가스는 단계(2386)에서 차단된다. 만약 가스가 준비되어 있다면, 가스의 작동상태 비트는 단계(2382)에서 온(ON)으로 설정된다. 그리고, 히터 설정포인트(setpoint)는 단계(2382)에서 설정된다. 루틴은 단계(2309) 및 단계(2303, 2305, 2309)로 구성되는 자동/수동/서비스 루프로 되돌아간다.
도 8에 도시된 바와 같이, 자기 스퍼터 챔버 사전히팅 제어 프로세스(PROC-9)가 블록(890)에 도시되어 있다. 블록(890)에서의 프로세스(9)에서는 자기층 증착이 이루어지기 이전에 팔레트를 프리-히팅시키게 되며, 상기 팔레트는 챔버(8) 내지 (10) 사이에서 작동을 계속하게 된다. 따라서, PROC-9는 기판이 챔버 내에 위치하고 있는 동안에 소정시간동안 히터들을 고전력 설정포인트로 설정하며, 히팅을 하기 위하여 팔레트가 챔버를 경유하여 이동함으로써 히터들을 저 전력 설정포인트로 설정한다. PROC-9 프로세스 제어는 히터 커뮤니케이션 제어(heater communication control; 898b)와 함께 기능을 하는 히터 명령 제어(heater command control; 896b)에 의하여 인에이블되는 저전력 히터 루틴(892b) 및 고전력 히터루틴(894b)을 인에이블 시킨다.
간단히 말해서, 히터 제어장치(890)는 히터 커뮤니케이션제어를 통하여 히터 저전력(892b) 및 고전력(894) 명령어들을 해석하게 된다. 히터 명령 제어장치(896)는 블록(892b 및 894b)에서의 설정포인트가 소정의 히팅 타임 및 하드웨어 히터 센서의 출력에 대하여 히팅 설정 포인트를 점검하여 설정된다.
도 8은 또한 팔레트 트렉커(tracker)(870) 및 바 코드 커뮤니케이션 제어(87) 루틴블록을 도시하고 있다. 장치(100)와 결합하여, 각각의 팔레트는 장치(100)를 통하여 기판을 반복적으로 운반하게 되며, 소정 개수의 팔레트들이 사용된다(이들 팔레트들 중 일부는 공정중에 사용되고, 일부는 적재되고, 일부는 비적재되고, 일부는 리턴 트랙(50)상에 위치하게 된다). 팔레트는 챔버(1)에서 챔버(20)로 이동하여 리턴 컨베이어(50)를 경유하여 챔버(1)를 리턴(Return)하게 된다. 증착공정동안에 이루어지는 팔레트의 반복적인 사용은 소정의 물질들을 팔레트 상부에 형성하게 된다. 소정의 횟수동안 사용하고 난 이후에, 팔레트의 물리적인 특성이 변하게 된다. 상기와 같은 변화들은 시스템공정에서 이루어지는 변화들(예컨대, 히팅온도, 시간변화, 운송스피드변화 등)에 의하여 보상된다. 소정 횟수동안 사용하고 난 이후에는, 팔레트는 청소된다. 시스템에서 각각의 팔레트의 사용을 트랙하기 위하여, 각각의 팔레트는 바-코드, 확인번호(identification number) 등을 부여받으며, 바코드 스캐너(미도시)가 종래의 방법으로 바-코드를 판독하기 위하

여 구비되어 있다. 본 발명에 의한 제어시스템은 바-코드의 확인번호에 따라 사용 중에 특정 팔레트에 대한 데이터를 제어하게 되며, 팔레트의 사용할 때간 동안에 팔레트에서 발생하는 작은 변화를 보상하기 위하여 시스템의 작동 매개변수들에 대한 작은 조정들이 이루어지게 된다. 바-코드 커뮤니케이션 제어(87)는 바코드 판독 명령들을 해석하고, 팔레트 트랙제어(870)에 바-코드 아이디(ID)를 제공하게 된다. 팔레트 트랙커 제어(870)는 바-코드를 판독하고, 팔레트의 사용횟수를 결정하며, 상기 사용을 기록하게 된다.

도 8은 챔버 운송 제어루프(870) 및 운송 위치 수정루프(872)를 인에이블하 는 대기 운송 시스템 블록(866b)을 도시하고 있다. 운송 시스템의 하드웨어 요소들을 소정 개수의 운송 스테이지들을 구비하며, 각각의 스테이지는 각 스테이지에서 기판을 구동하는 모터를 구비하고 있다. 본 발명의 제어시스템에 있어서, 스테이지 당 단일의 모터는 입력모터와 출력 모터로 논리적으로 나누어진다. 스테이지 당 단일의 모터는 사용되고, 상기와 같은 논리적인 구분은 디자인 선택에 해당한다.

대기운송제어루틴(860)은 소정의 챔버내에 위치하는 팔레트와 다른 챔버들에서 동시에 움직이는 팔레트들을 위하여 위치 수정이 필요한지에 대한 여부를 결정한다. 운송제어테스트(868)는 시스템내에 위치하는 팔레트의 운송이 OK인지를 먼저 결정하게 된다. 챔버 N에서 수정이 필요하다면, 장치(100)내에 다른 장소에서 움직이는 팔레트들의 위치가 영향받을 수 있다. 운송제어 루틴(860)은 챔버(N+1), (N-1) 및 (N-2)을 점검하며, 블록(870)의 챔버(1-4)위치 제어 루틴들 중에서 선택하며, 블록(892)에 도시된 수정 위치제어 루틴들이 시작된다.

일반적인 전송 루틴(블록(872)에 도시된 바와 같은)이 도 24에 도시되어 있으며, 이 경우에 있어서 챔버(1)를 도시하고있다. 단계(2402)에서 초기화가 이루어진 이후에, 서비스종료가 단계(2405)에서 요구되었는지, 단계(2403)에서 구성 테이블 판독하기 위한 점검이 수행되며, 모터들에 대한 스톱-비트가 인에이블되었는지에 대한 결정이 단계(2404)에서 이루어진다. 만약 스톱-비트가 인에이블되지 않았다면, 단계(2406)에서의 적재조건이 챔버용 입력모터가 이미 턴-온 상태에 있기 때문에 점검되지 않는다. 단계(2408) 및 (2410)에서는 챔버의 구성이 정적(static)인지, 인근(adjacent)인지 또는 동적(dynamic)인지에 대하여, 단계(2415-2420)에서의 WAIT-IN 플래그를 설정 및 클리어링하게 된다. 단계(2406)에서, 만약 적재조건이 검출되지 않으면, 챔버가 정적인 챔버인지에 대한 결정이 이루어진다(단계 2408). 만약 그러하다면, 그리고 만약 챔버가 비어 있다면 (예를 들어, 입력, 중간지점, 출력센서들이 거짓이라면), 그리고 출력모터 센서가 턴-온 상태라면, 대기 플래그가 단계(2415)에서 설정된다. 만약 챔버가 정적이지 않다면, 단계(2408)에서, 챔버는 동적 또는 인근 챔버가 되며, 만약 챔버가 비어 있고 비적재 상태라면, 대기 플래그가 설정된다. 만약 챔버가 인근 또는 동적이 아니라면, 단지 입력센서 및 중간지점 센서들만이 대기 플래그에 대하여 빈 상태가 되어 단계(2419)에서 설정된다. 일단 대기 플래그들이 설정되면, 적재 조건들(1, 2)은 현재 챔버에서의 WAIT_IN 또는 LOAD 동안에 그리고 이전 챔버의 WAIT_OUT 또는 비적재 동안에 단계(2430, 2432)에서 각각 설정된다.

단계(2433)에서, 만약, 적재 조건들이 구성되면, 단계(2434, 2436)에서 챔버의 구성이 입력도어가 존재하는지에 대한 여부를 결정하기 위하여 점검된다. 만약 단계(2438)에서의 조회가 거짓이라면, 챔버내의 입력모터가 단계(2440)에서 턴-온된다. 만약 그러하지 않다면, 단계(2441)에 입력 모터의 OFF 조건에 대한 점검이 이루어지고 난 이후에, 팔레트가 챔버에 진입할 때까지, 그리고 모터가 단계(2450)에서 차단될 때까지, 각각의 센서 입력 스테이지가 단계(2442, 2444, 2446, 2448)에서 조회된다. 그리고, 단계(2455)에서, 루틴은 비적재 비트의 상태를 점검하게 된다. 그 이후에, 단계(2460)부터 시작하여, 루틴이 비적재 시퀀스를 경유하여 실 행된다. 만약 비적재 조건이 존재하지 않으면, 웨이트-아웃(wait out) 플래그를 설정하기 위하여, 그리고, 단계(2470) 및 (2472)에서 비적재 조건들(1, 2)을 설정하기 위하여, 모든 챔버들(단계 2462) 또는 다이나믹 챔버(5)(단계 2464)의 출력에서 대기 팔레트가 있는지의 여부가 단계(2460) 및 단계(2462 내지2468)에서 결정된다. 만약 비적재 조건(1)(현재 챔버출력에서 대기하는 팔레트)과 조건(2)(다음 챔버로 적재되는 팔레트)이 참이라면, 단계(2434 내지 2450)에서와 비슷한 방법으로, 단계(2474-2478)에서 구성이 점검되며, 단계(2480)에서 비적재가 점검된다(출력 모터를 플래깅(flagging)함). 단계(2482)에서, 만약 시스템이 OFF 조건에 있지 않다면, 단계(2483)에서 언제 출력센서가 오프되는지를 결정하는 비적재 완료점검이 이루어진다. 만약 상기 조건이 참이라면, 단계(2484)에서, 출력모터는 턴-오프될 것이다. 만약 그러하지 않다면, 웨이트-아웃(wait-out) 비트는 클리어된다. 비적재 루프의 끝부분에서, 모터의 작동상태는 단계(2489)에서 기록된다. 만약 모터가 실제로 턴-오프상태에 있다면, 단계(2490)에서 결정된바와 같이, 비트들은 단계(2491)에서 재설정된다. 만약 두 개의 논리 모터들이(단계 2492) 온 상태라 하면, 비트(1 및 4)는 단계(2493)에서 설정된다. 루틴은 챔버(2)로 이동하게 된다. 만약 두 개의 논리 모터들이 온-상태가 아니라며(2492는 거짓임), 적재점검이 단계(2494)에서 이루어지며, 따라서 적재 비트가 설정된다.

블록(872)에 도시된 팔레트의 작동을 제어하는 루틴들 및 시스템의 다른 챔버들에서의 루틴들은 챔버(1)에 대한 도 24의 그것과 비슷하다.

만약, 대기 운송제어(868b)가 장치(100)에서의 팔레트들이 위치를 이탈하는 지를 결정한다면, 도 8의 872에 도시된 수정위치루틴들이 구현된다.

도 25는 챔버(1)에 대한 블록(892)에 도시된 수정 위치 루틴들(2500)중 한 예를 도시하고 있다. 수정위치 루틴(2500)은 도 24에 도시된 챔버(1) 운송루틴(2400)과 비슷하다, 단계(2502)에서 초기화가 이루어지고 난 이후에, 구성 비트들이 단계(2504)에서 판독되며, 만약 스톱 비트가 단계(2506)에 존재한다면, 모터들은 단계(2508) 및 (2510)에서 차단된다. 만약 스톱 비트가 존재하지 않는다면, 루틴은 챔버가 단계(2512)에서 적재모드에 있는지를 점검한다. 만약, 그러하다면, 로드조건(1) 및 로드조건(2)이 단계(2514) 및 단계(2516)에서 구해진다. 상기와 같은 조건은 현재의 챔버가 대기 또는 적재 상태에 있어야 한다. 그리고, 웨이트-아웃 또는 LOAD 상태가 이전 챔버에 존재하게 된다. 적재조건 비트가 설정되었는지의 여부를 결정하기 위하여 단계(2518)에서 조회가 실시된다. 만약 그러하다면, 대기 플래그가 설정되며, 적재 조건들(1, 2)이 단계(2514, 2516)에서 리턴된다. 만약 적재 조건이 거짓이라면, 논리입력모터는 참이 되며, 적재조건(2)은 참이 된다. 루틴은 단계(2526)에서 현재의 챔버입력에서 팔레트가 존재하는지를 그리고 단

계(2528)에서 그 이전의 챔버출력에서 팔레트가 존재하는지를 점검하게 된다. 단계(2526) 또는 (2528)에서 한 조건이 참이라면, 논리입력 모터가 차단된다. 만약 적재조건(1)이 참이고, 적재조건(2)이 거짓이고, 시스템이 적재상태라면, 단계(2530)에서 점검된 바와 같이, 중간지점 센서가 단계(2532)에서 점검되며, 단계(2534)에서는 출력센서가 점검되며, 단계(2436)에서는 적재조건들이 점검된다. 상기와 같은 조건은 단계(2538)에서 팔레트가 올바른 위치에 위치하며, 입력모터가 차단될 때까지 계속된다. 단계(2530)에서 만약 시스템이 적재를 하지 않는다면, 입력모터는 단계(2540)에서 턴-온된다. 결과적으로, 비적재 비트가 단계(2542, 2550)에서 검색 및 점검된다. 단계(2550) 이후의 비적재 제어단계는 상기에 설명된 적재단계와 비슷하게 이루어진다.

만약 비적재 조건이 단계(2550)에서 결정된다면, 비적재조건들(1, 2)은 단계(2570) 및 (2572)에서 각각 설정된다. 만약 비적재모드가 단계(2550)에서 발견되지 않으면, 웨이팅-아웃 조건 비트가 단계(2564)에서 점검되며, 단계(2564)의 결과에 따라, 웨이트-아웃 플래그들이 단계(2566, 2568)에서 각각 설정되고 클리어된다. 비적재조건이 단계(2574)에서 다시 설정되고, 만약 비적재조건이 거짓이 된다면, 논리 출력 모터는 턴-오프된다. 만약 비적재 조건 출력이 참이라면, 소정의 챔버에서의 출력도어의 존재가 단계(2576, 2578)에서 점검된다. 만약 출력도어가 존재한다면, 비적재가 발생할지에 대한 점검이 단계(2580)에서 실시된다. 만약 그러하다면, 단계(2583)에서, 비적재가 완료되었는지를 점검하게 되고, 만약 그러하다면, 논리출력모터가 단계(2584)에서 턴-오프된다.

논리모터들의 작동상태가 단계(2589)에서 기록된다.

단계(2590)에서, 모터의 작동상태가 다시 점검되며, 만약 논리모터들이 턴-오프되어 있다면, 비트(1, 4)는 단계(2591)에서 다시 설정된다. 만약 논리회로들이 턴-오프되어 있지 않다면, 적재상태가 단계(2592)에서 점검되며, 적재비트가 단계(2592, 2593)의 결과에 따라 설정 또는 클리어된다.

정확한 위치의 비적재 단계들의 플로우 패스(flow path)는 적재조건과 유사 한 방법으로 챔버 프로세스와 관련된 시스템에 있어서 팔레트의 위치보정이 가능하도록 구성된다. 시스템내의 다른 챔버들을 위한 챔버보정 루틴들은 비슷하다.

도 8에서, 블록(732b)에 도시된 바와 같이, 수동작동모드에서는, 830b에서 시스템 운영자가 고진공 밸브들의 트로틀링(throttling)을 수동으로 제어하며, 블록(890)에서 챔버(9)의 히터 램프-업(lamp-up)공정과, 팔레트 트랙커 루틴(870)과, 블록(860, 862, 864)에서의 챔버(1, 2, 4)의 제어 루틴 프로세서들과, 운송제어시스템(866)을 구현된다. 루프(890, 870, 2200, 862, 2406 및 2500)의 수동제어의 상호작용은 상기에 기술한 바와 같다.

서비스모드(734b) 스톱 프로세스(842)를 구비하며, 고진공 밸브들을 시스템운영자가 개방하도록 하며, 히터 파워와 블록(843b)에서 스퍼터링 가스공급을 턴오프하며, 서비스 루프동안 팔레트가 시스템을 통하여 움직일 수 있도록 운송제어 루틴(844b)을 구비한다.

고진공밸브들을 클로징하고, 챔버(9)의 히터 파워를 턴-오프하고, 팔레트 데이터를 관리하고, 프린트를 초기화하고, 필름(films)들을 팔레트에 인가하기 위한 방법의 매개변수들을 분산시키고, 비휘발성 랜덤 액세스 메모리를 재저장하고, 시스템을 안정화시키고, 시스템을 모니터링하고, 자동, 수동 또는 서비스 모드를 설정하기 위한 소정 개수의 유틸리티 루틴들(860)이 프로세서(B)에 의하여 구현된다.

도 9는 챔버(5 내지 8) 내에서의 장치(100)의 프로세서를 제어하기 위하여 프로세스(C)에 의하여 실시되는 제어 루틴들을 표시하는 블록 다이어그램을 도시한다. 장치(100)에 적용된 바와 같이, 챔버(5)는 패스-바이(pass-by) 히터 챔버이 고, 챔버(8)는 크롬 증착 챔버이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 프로세서(C)에 의하여 사용되는 여러 개의 기능적인 루프들은 프로세서(A, B)에서 사용된 것과 동일하다.

프로세서(B)와 관련된 프로세서(C)에 의하여 구현되는 특징을 설명하면 다음과 같다. 허용 루프(720c)는 캐소드 파워공급 허용과 바이어스 파워공급 허용을 구비하는 챔버(8)의 스퍼터링 하르웨어용의 추가적인 허용 루틴들을 구비하고 있다. 증착이 이루어지는 동안에 기판들을 운송하는 팔레트들에 AC 바이어스 전원이 공급된다. AC바이어스가 본 발명에 따른 장치 내부를 움직이는 팔레트에 공급되는 과정이 PCT 공보 No. PCT/US92/00722에 기술되어 있다. 블록(980)에 도시된 바와 같이, 단계(980)를 초기화한 자동모드는 도 8의 프로세서(B)에서 구현되는 히터 타이머 설정단계, 히터 로우파워 설정루틴 및 진공 밸브 트로틀 루틴들을 구비할 뿐만 아니라, 캐소드 로우파워초기화 루틴 및 스퍼터링 가스 초기화 루틴을 구비하고 있다. 초기화 단계(980)는 단계(990)에서 챔버(5)에서의 챔버프로세스를 위한 프로세싱단계들과, 단계(970)에서 챔버(8) 뿐만 아니라, 단계(882c)에서의 운송 모니터와, 단계(883c, 884c, 885c 및 886c)에서의 소프트센서 루틴들 및 단계(866c)에서의 운송 제어시스템을 활성화시킨다. 상기의 모든 것들은 도 8과 프로세스(B)에 설명된 내용과 동일하다. 그러나, 챔버(5 내지 8)를 수용하기 위해서는 약간의 변경이 주어진다.

도 26은 본 발명에 따른 장치의 챔버(5) 내에서의 프로세싱을 제어하기 위하여 사용되는 프로세스 제어 루틴(990)을 도시하고 있다. 챔버(5)는 소우크 히터 챔버(4)에 위치하는 팔레트를 히터하고, 팔레트들이 챔버내를 움직임에 따라 팔레트들을 히팅하기 위한 패스-바이(pass-by) 히터 챔버이다. 단계(2603)에서 자동 모드점검이 이루어진 이후에, 초기화 단계(2602)에서, 루틴(990)이 블록(2604)에서 개시되며, 챔버도어가 단계(2608)에서 클로즈되었는지를 점검한다. 만약 도어가 클로즈되어 있다면, 가스 지연(delay)이 단계(2610)에서 설정되며, 챔버(5)의 입구측 도어가 단계(2612)에서 오픈된다. 만약 챔버도어가 오픈되어 있지 않다면, 시스템은 새로운 팔레트가 단계(1614)에서 챔버 내부로 이동하고 있는지를 점검하게 된다. 만약 새로운 팔레트가 그 내부를 이동하고 있는지를 점검하게 된다. 만약 새로운 팔레트가 그 내부를 이동하고 있다면, 프로세스 지연이 단계(2616)에서 설정되며, 프리-히트(pre-heat) 타임이 방법 매개변수세팅으로부터 읽어지며, 프리-히팅이 단계(2618)에서 시작되며, 프리-히팅 플래그가 단계(2620)에서 설정되며, 팔레트의 프리-히팅이 루프(2622)에서 완료된다. 단계(2614)에서, 만약 새로운 팔레트가 챔버 내부로 이동하고 있지 않다면, 단계(2624)에서 시스템은 팔레트가 챔버(5)의 도어 입력부를 통과하였는지를 판단하게 된다. 만약 팔레트가 통과하였다면, 입력도어는 단계(2626)에서 클로즈된다. 단계(2628)에서의 조회결과, 만약 팔레트가 시스템내에서 발견되지 않으면, 입력도어는 단계(2626)에서 클로즈된다. 만약 팔레트 히팅 시간이 단계(2630)에서 완

료된다면, 히터는 단계(2632)에서 잠시 멈추기 위하여 설정되며, 프리-히트 플래그는 단계(2634)에서 클리어되며, 프로세스는 단계(2604)에서 출발점으로 리턴되어 다음 팔레트를 위하여 대기상태가 된다. 만일 프리-히트 시간이 단계(2630)에서 완료되지 않았다면, 단계(2865)에서 단계 조회가 실시되며, 만일 참이라면, 루틴은 도 26에 도시된 루틴과 비슷한 증분(incremental)단계 패스바이 히트 프로세스로 이동하게 된다. 단계 히트 프로세스는 챔버(5)의 히터의 파워레벨을 증가시킨다. 만일 그러하지 않다면, 프로세스는 단계(2608)로 리턴된다.
만일 수동모드가 선택된다면, 단계(2603)의 결과는 거짓이 될 것이다. 그리고, 단계(2640)에서 수동모드 점검이 실시된다. 만일 수동모드가 선택된다면, 단계(2642)에서, 출력도어(3)가 단계(2642)에서 클로즈되었는지가 결정된다. 만일 도어(3)가 클로즈되어 있다면, 가스지연이 단계(2646)에서 실시되며, 챔버(5)의 입력도어가 단계(2648)에서 오픈된다. 루틴은 서비스 조회블록(2660)을 경유하여 단계(2603)로 리턴된다. 만일 챔버(3)의 출력도어가 단계(2642)에서 클로즈되어 있지 않다면, 단계(2644)에서의 조회 결과가 참이 되며, 챔버(5)의 입력도어가 단계(2650)에서 클로즈된다.
도 27은 크롬층을 기판 위에 증착하기 위하여 장치(100)내에서 사용되는 챔버(8)용 프로세스 루틴(2700)을 도시하고 있다. 루틴(2700)은 팔레트가 챔버(8)를 통과하고 있을 때 스퍼터링 캐소드를 고 전압모드로 활성화 및 비활성화하기 위한 타이밍 루프이다. 단계(2702)에서의 프로세스 초기화에서는, 챔버(7)내에 위치하고 있는 팔레트의 위치가 단계(2704)에서 조회된다. 만일 팔레트가 챔버(7) 내부에 위치한다면, 제 1 고전압 타이머가 단계(2706)에서 설정되며, 챔버(8)내의 캐소드(A, B)에 연결된 전압공급이 단계(2708)에서 고전압으로 초기화된다. 만일 팔레트가 단계(2710)에서의 조회결과 제자리에 위치한다면, 챔버(8)의 캐소드(C, D)의 제 2 타이머가 단계(2712)에서 설정되며, 고전압 설정포인트 비트가 단계(2714)에서 설정된다.
단계(2716)에서, 타이머가 작동을 멈춤으로서 만일 캐소드(A, B)가 작동정지되고 또는 단계(2704, 2710)에서의 위치 조회들이 거짓이라면, A 및 B의 설정포인트는 아이들 상태가 되고, 전원(파워)은 단계(2718)에서 저 전원 설정포인트로 리턴된다. 캐소드(C, D)에 대해서는 상기와 같은 작동조건은 단계(2720, 2722)에서 참이 된다. 만일 CD 캐소드가 아이들 상태가 아니면, 타이머는 CD 설정포인트들을 아이들 상태로 설정하는 단계(2730)에서의 타임-아웃(time-out) 폴트(fault)에 대한점검을 한다. 서비스 블록 출구(2740)가 설정되어 있다.
프로세서(A 및 B)와 마찬가지로, 프로세서(C)는 운영자가 캐소드(CAT_HI_POW)의 고전원을 수동으로 설정하고, 캐소드(CAT_LO_POW)의 저전원을 설정하고, 고진공 밸브들을 클로즈하고, 방법 매개변수들을 분산하고, 기능블록(960)에 도시된바와 같은 자동, 수동 및 서비스 모드를 설정가능하게 하기 위한 기능 루틴들의 유틸리티 세트(960)를 구비하고 있다.
도 10은 장치(100)의 챔버(9 내지 12)에서의 프로세싱을 제어하는 프로세서(D)에 의하여 프로세싱되는 제어 루틴들을 도시하고 있다. 프로세서(D)용으로 도 10에 도시된 제어 루틴들은 프로세서(B 및 C)용으로 도 8에 도시된 것과 유사하다. 허용 루프(720d)는 프로세서(D)가 챔버(10)내에서 자기 층 스퍼터링 프로세스를 구비하나, 어떤 히팅 프로세스 챔버를 구비하지 않는 시스템의 챔버들(9 내지 12)을 제어하고 있기 때문에 조금은 다르다. 결과적으로 히터에 대한 제어기 필요하지 않기 때문에 루프(720d)에는 히터 허용이 없다. 초기화 기능블록(980)은 캐소드용 저전원 초기화가 구현되어야 하고, 스퍼터링 가스가 턴-온되어야 하고, 고진공 밸브들이 트로틀(throttled)되어야 하기 때문에 조금은 다르다. 챔버(10)(PROC-10)에서의 프로세스를 위한 단일 프로세스 제어루프가 블록(1090)에 도시되어 있다. 도 10에 도시된 모든 다른 기능적인 블록들은 도 8 및 도 9의 그것과 동일하다. 챔버(10)에서 발생하는 자기 스퍼터링을 위한 프로세슬 루프는 도 27에 도시된 그것과 동일하며, 챔버(10)에 대한 타이밍은 챔버(7)에서의 팔레트의 위치의 기능이다.
도 11은 챔버(13 내지 20)에서의 기판동작 및 프로세스 플로우를 제어하기 위하여 프로세서(E)에 의하여 프로세싱되는 제어 루틴들을 도시하는 플로우 다이어그램이다.
프로세서(E)는 프로세서(B, C, D)보다 두 배 많은 챔버들을 제어하며, 추가적인 루틴들이 프로세서(E)에 의하여 구현된다. 예를 들면, 두 개의 분리 센서 스캐너 블록들(820e-1, 820e-2)과 두 개의 분리모터 허용 블록(815e-1, 815e-2)들은 프로세서(E)에 의하여 구현된다 허용 루프(720e)는 프로세서(B, C, D)용으로 제공된 것들과는 조금 다르다. 경보제어루프(770e)는 아르곤 압력 측정루틴 및 가스압력에러 스캐너 루틴들을 구비하고 있다. 프로세서(E)에 제어되는 루틴들은 시스템 운영자가 자동, 수동, 서비스모드를 선택할 수 있도록 한다. 자동모드에서는, 초기화 블록(880e)은 스퍼터링 캐소드의 저전력을 초기화하며, 가스제어밸브들을 턴-오프하며, 고진공 밸브들을 트로틀(throttles)한다. 초기화 단계에서는, 단계(2800)에서 챔버(13)의 프로세싱 루프들(PROC-13)이 인에이블되며, 챔버(2900)에서 카본(carbon) 챔버(15)의PROC-15 CARBON이, 그리고 단계(3000, 3100, 3200)에서는 챔버(18, 19, 20)용의 출구록(exit lock) 프로시저가 각각 인에이블된다. 위치보정제어장치(872e-1, 872e-2)와 같이 챔버 제어장치(870e-1, 870e-2)가 두 배로 구성되기 때문에, 운송제어(866e)는 두 개의 기능블록들을 구비한다.
도 28은 챔버(13)에서 챔버격리도어들을 제어하여 프로세스 격리버퍼 챔버를 제공하기 위한 프로세스 루틴을 도시하고 있다. 챔버(13)는 챔버(14 내지 20)로부터 챔버(1 내지 12)의 압력 상태로부터 완전한 격리를 구현하기 위하여 버퍼챔버를 구비하고 있다. 상기와 같은 챔버의 구체적인 사용 및 장점들이 본 발명의 관련 특허출원 일련번호 No 08/311,351에 기술되어있다. 단계(2802)에서 초기화가 이루어지고 난 이후에, 제조공정이 진행중인지를 결정하기 위한 점검이 단계(2801)에서 실시된다. 만일 자동모드가 선택된다면(단계 2803), 정지 및 프로세스 비트의 상태가 단계(2804)에서 점검된다. 제 1 결정단계(2805)에서, 챔버내에서 감속이 필요한지가 결정된다. 만약 그러하다면, 단계(2807)에서 속도 변화가 일어난다. 단계(2806)에서는, 팔레트가 챔버에 도착했는지가 조회된다. 만일 팔레트가 단계(2808)에서 도착하였다면, 챔버(13)의 입력도어는 클로즈되며, 비감속에 대한 단계(2809)에서의 조회가 재초기화된다. 만약, 그러하다면 이전의 속도가 단계(2811)에서 리턴되며, 만약 그러하지 않다면, 플래그들이 단계(2813)에서 클리어된다. 만일 팔레트가 도착하지 않았다면, 챔버도어들이 클로즈되었는지가 단계(2810)에서 결정된다. 만약 도어들

이 클로즈되었다면, 챔버방향으로 흐르는 가스는 단계(2812)에서 설정되며, 안정화 타이머가 단계(2814)에서 초기화된다. 만일 도어들이 클로즈되지 않았다면, 단계(2816)에서 팔레트가 챔버를 벗어날 준비상태가 된다. 만약 이와 같은 것이 참이라면, 출력챔버도어가 단계(2816)에서 오픈된다. 그리고, 챔버(14)의 출력도어가 오픈되며, 챔버 플래그가 클리어된다.

만일 팔레트가 챔버를 벗어날 준비가 되어 있지 않으면, 챔버내에 제공된 냉각 패널이 팔레트가 챔버(13)를 벗어나면서 팔레트를 냉각시킬 것인지에 대하여 단계(2840)에서 조회가 실시된다 만약 그러하다면, 팔레트에 대한 챔버(14)의 잔여(rest) 시간이 단계(2842)에서 조회된다. 만일 설정된 시간이 없다면, 트리거가 설정되어야 하는지를 결정하기 위하여 단계(2844)에서 점검이 실시된다. 만약 그러하다면, 트리거가 단계(2846)에서 설정된다. 만일 단계(2840)에서 냉각이 이루어지지 않는다면, 챔버(14)에서의 clear_stop 비트가 단계(2849)에서 설정된다. 그리고, 루틴은 단계(2820)로 진행한다. 만일 트리거가 단계(2844)에서 설정되지 않는다면, 팔레트가 단계(2845)에서 정지되어야 하는지에 대한 조회가 실시된다. 만일 팔레트가 정지되어야 한다면, 챔버(14)에서의 정지 비트가 단계(2847)에서 설정된다. 만일 냉각이 발생되고(단계2840=참), 타이머가 챔버(14)에서 초기화된다면, 단계(2848)에서 팔레트가 챔버(13)내에 위치하는지에 대한 조회가 실시된다. 만일 그러하다면, 단계(2850)에서, 챔버(13)의 출력도어가 오픈인지의 조회가 실시된다. 만일 출력도어가 오픈이라면, 챔버(14) 정지비트는 단계(2852)에서 클리어된다. 만일 챔버(13)의 출력도어가 오픈되지 않았다면, 연산 윈도우(calculation window)가 단계(2854)에서 점검되며, 만일 윈도우가 단계(2856)에서 OK라면, 챔버(14)에서의 정지가 단계(2849)에서 클리어된다. 만일윈도우가 OK가 아니라면, 단계(2858)에서 챔버(14) 드웰 폴트(dwell fault)가 구현된다.

단계(2820)에서, 팔레트가 챔버(13)를 클리어했는지에 대한 점검이 실시된다. 만일 팔레트가 단계(2820)에서 챔버를 클리어했다면, 출력도어가 클로즈되며(단계 2822), 만일 단계(2824)의 조회결과 챔버내에 팔레트가 없다면, 출력도어가 단계(2822)에서 클로즈된다. 제 2도어 조회가 단계(2826)에서 실시되며, 만약 문들이 실제적으로 클로즈되어 있다면, 가스 flow_out 비트가 단계(2828)에서 설정된다. 그리고, 가스 플로우에 대한 타이머가 단계(2830)에서 설정된다. 단계(2832)에서의 조회결과, 만일 챔버가 비어있다면, 입력도어가 단계(2831)에서 오픈되며, 프로세스가 단계(2836)에서 재설정된다. 제 2 팔레트에 대한 점검이 단계(2838)에서 실시된다. 만일 챔버가 비어있지 않다면, 그리고 제 2 팔레트가 시스템에 접근한다면, 단계(2838)에서의 결정 단계의 결과가 단계(2860-2)의 루프로 리턴된다.

만일 수동작동모드가 선택된다면, 블록(2803)이 거짓이 되며, 블록(2860-1)이 참이 된다. 블록(2861)에서, 팔레트가 챔버(13)에 위치하는지에 대한 테스트가 실시된다. 만일 챔버(13)내에 팔레트가 있으면, 프로세스 비트에서의 정지가 단계(2804)에서 점검되며, 루틴은 상기에 설명한 단계들을 통하여 실시된다. 만약 챔버(13)내에 팔레트가 존재하지 않으면, 수동작동모드에 대한 제 2 테스트가 단계(2860-2)에서 실시되며, 만일 수동작동모드가 실제적으로 필요하지 안으면, 제 2팔레트 점검이 단계(2862)에서 실시된다. 만일 챔버내에 팔레트가 존재하지 않으 면, 단계(2864)에서 테스팅 시퀀스가 온(ON)인지를 결정하는 테스트가 실시된다. 만일 테스팅 시퀀스가 ON이 아니라면, 챔버(13)의 입력도어가 단계(2866)에서 클로즈된다. 만일 테스팅 순서가 ON이 아니라면, 챔버(13)의 두 도어가 클로즈되었는지에 대하여 결정하기 위한 점검이 단계(2868)에서 실시된다. 만일 두 도어가 클로즈되어 있다면, 입력가스가 단계(2870)에서 설정되며, 입력가스에 대한 타이머가 단계(2872)에서 설정된다. 만일 두 도어가 클로즈되어 있지 않다면, 단계(2874)에서 팔레트가 챔버(13)를 벗어날 준비가 되었는지에 대하여 결정하기 위한 점검이 실시된다. 만일 그러하다면, 단계(2876)에서 챔버(13)의 출력도어가 오픈된다. 만일 팔레트가 챔버(13)를 벗어날 준비가 되어 있지 않다면, 단계(2878)에서 시스템 테스트가 오프(OFF)되었는지에 대한 조회가 실시된다. 만일 테스트가 완료되면, 챔버(13)의 출력도어는 단계(2880)에서 클로즈된다. 만일 테스트가 완료되지 않았다면, 도어들이 클로즈되었는지를 결정하기 위한 제 2 점검이 단계(2882)에서 실시된다. 만약 그러하다면, 가스 배출이 단계(2883)에서 설정된다. 그리고, 가스의 출력을 구현하기 위한 타이머가 단계(2884)에서 설정된다. 만일 두 도어들이 단계(2882)에서 클로즈된다면, 단계(2885)에서 챔버(13)가 입력 팔레트에 대하여 준비상태에 있는지를 결정하기 위한 점검이 실시된다. 만약 그러하다면, 챔버(13)의 입력도어들은 단계(2886)에서 오픈된다.

단계(2895)에서, 콜드(cold) 카본 프로세스가 다음 프로세스 챔버(14)에서 필요한지에 대한 결정을 하기 위한 점검이 실시된다. 상기와 같은 것은 활성화되는 챔버(14)에서 이용되는 냉각 패널을 인에이블한다. 만일 콜드 카본 프로세스가 단계(2895)에서 필요하다면, 스위치가 턴-온되었는지를 결정하기 위한 테스트가 단계(2897)에서 실시된다. 만일 스위치가OK라면 콜드-카본 프로세스가 단계(2898)에서 개시되며, 만일 그러하지 않다면, 단계(2896)에서, 스위치가 취소된다.

서비스 루프가 단계(2890)에서 액세스 가능하게 된다. 서비스가 단계(2892)에서 벗어나기 전에, 시스템은 스피드 스왑(speed swap)이 루틴(2800)에 의하여 인에이블되었는지를 점검하며, 만일 스피드 스왑이 발생하였다면 상기 스피드가 단계(2893)에서 재저장된다.

도 29는 카본 오버코트(overcoat) 층을 디스크 기판상에 증착하기 위하여 장치내에서 초기화되는 챔버(15)내에서의 프로세싱에 대한 제어 루틴의 플로우 다이어그램을 도시하고 있다.

단계(2902)에서 초기화가 수행되고 난 이후, 그리고 단계(2905, 2907)에서의 조회루프가 실행되고 난 이후, 카본 챔버의 상태가 단계(2904)에서 검색된다. 단계(2906)에서 팔레트가 챔버내로 적재될 것인지를 결정하기 위한 조회가 실시된다. 만약 팔레트가 적재될 예정이라면, 적재 플래그가 단계(2908)에서 설정되며, 루틴은 상태점검단계(2904)로 리턴된다. 만일 적재가 이루어지지 않으면, 적재가 비어 있는지를 확인하기 위하여 단계(2910)에서 조회가 실시되고, 단계 2912에서 적재 플래그가 클리어된다. 만일 챔버내로이동하고 있는 팔레트의 개수가 한 개 이상이면, 단계(2913)에서 테스트된 바와 같이, 카본 캐소드에 연결된 전원은 고전력 상태에 있지 않으며(단계 2914), 고전력 설정포인트가 단계(2916, 2918)에서 설정된다. 만일 단계(2914)가 거짓이고, 또는 캐소드(C, D)의 고전력 설정 포인트가 설 정된 이후라면, 네거티브 적재(2930) 카운트가 리턴되었는지를 결정하기 위한 테스트가 수행된다. 만약 그러하다

면, 최소의 카운트가 단계(2932)에서 설정된다(각 팔레트가 시스템에 적재되었을 때 팔레트 카운트가 실시된다; 단계(2930, 2932)는 팔레트들이 시스템으로부터 수동으로 제거되었을 때와, 카운터가 시스템내에서 실제 팔레트들의 정확한 카운트를 수행하지 못하는 경우에 페일세이프(fail-safe)로서의 작용을 한다). 만일 팔레트가 존재하지 않으면, 단계(2920)의 결과는 참이 되며, 단계(2922)는 캐소드의 전원공급을 단계(2924) 및 (2926)에서 저전력으로 설정한다. 시스템은 단계(2940)에서 서비스 출구로 루프되며, 단계(2944, 2946)에서는 다음 대기 단계 루프로 루핑된다.

도 30, 31, 32는 출구 버퍼 챔버(18, 19) 및 챔버(20)에서의 출구록(lock)의 제어 루틴들의 플로우 다이어그램을 도시하고 있다. 도 30에 도시된 바와 같이, 출구 버퍼 프로세스는 자동모드가 단계(3020)에서 실행중인지에 대한 결정에 따라 이루어진 초기화이후에 실행된다. 만약 그러하다면, 챔버가 비어있는지에 대한 조회가 단계(3006)에서 실시된다. 만약 챔버가 비어 있지 않다면, 팔레트가 챔버에 도착했으며, 그리고 이러한 사실이 단계(3010)에서 검출되었음을 의미한다. 상기한 경우에 있어서, 만일 팔레트가 도착했으면, 입력도어가 단계(3008)에서 클로즈된다. 만일 팔레트가 도착하지 않았다면, 팔레트가 단계(3012)에서 챔버를 클리어했는지의 여부를 결정하기 위한 점검이 이루어진다. 만일 팔레트가 챔버를 클리어했으면, 챔버의 입력도어가 단계(3014)에서 오픈된다. 만일 그러하지 않다면, 루틴은 다음 대기 조회(3040)와 스타트(3042)로 진행된다.

단계(3024)에서 팔레트가 챔버내에 위치하는지에 대한 여부를 결정하는 조회를 개시시키는 수동모드가 단계(3022)에 설정되어 있다. 만일 팔레트가 챔버내에 위치하고 있지 않으면, 챔버(18)의 입력도어를 오픈할 필요가 있는지에 대한 여부를 결정하는 조회가 단계(3026)에서 실시된다. 만일 그러하다면 도어는 단계(3028)에서 오픈된다. 만일 도어의 오픈이 요청되지 않았으면, 클로징이 필요한지에 대한 여부를 결정하기 위한 점검이 단계(3027)에서 실시된다. 만일 그러하다면, 챔버(18)의 입력도어가 단계(3029)에서 클로즈된다. 단계(3032)에서의 서비스 출구의 선택을 가능하게 하기 위하여 단계(3030)에서 서비스 루프가 제공되어 있다.

도 31은 도 30과 유사하며, 유사한 참조번호는 유사한 단계들을 표시한다. 단계(3102)에서의 초기화 이후에, 단계(3104)에서 운송상태의 점검이 실시된다. 단계(3111)에서 팔레트가 챔버에 도착하지 않았다는 것을 표시하는 단계(3110)의 조회결과로서 챔버가 팔레트를 적재할 준비가 되어 있는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 실시된다. 만일 챔버가 팔레트를 적재할 준비가 되어 있다면, 팔레트가 챔버를 클리어했는지의 여부를 결정하는 조회가 단계(3112)에서 실시되며, 루틴은 단계(3114)에서 챔버(9)의 입력도어를 오픈할 명령을 조회하거나, 서비스 루프(3130)로 진행된다.

도 32에 도시된 바와 같이, 챔버(20)에서 사용된 출구록(lock) 제어 프로세스는 도 22에 도시된 프로세스(1)와 유사한 펌프 다운(down) 및 벤팅 제어 루틴이다. 단계(3202)에서의 초기화 이후에, 단계(3205)에서 실행(running) 조회가 실시 된다. 만일 프로세스가 런닝 상태가 아니라면, 챔버가 비어 있는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 단계(3204)에서 실시된다. 만일 챔버가 비어있으면, 입력도어는 단계(3206)에서 차단되며, 출구도어는 단계(3208)에서 차단된다. 만일 챔버가 비어있지 않고, 또는 챔버(20)의 출력도어가 단계(3208)에서 일단 클로즈되었으면, 런(RUN) 플래그가 단계(3209)에서 설정된다. 결과적으로, 인에이블 비트가 단계(3210)에서 점검된다. 다시, 챔버(20)가 비어있는지에 대한 여부를 결정하기 위한 조회가 단계(3212)에서 실시된다. 만일 챔버(20)가 비어있다면, 단계(3214)에서는 팔레트는 장치(100)의 출력 끝부분에서 제거되었는지에 대한 여부가 결정된다. 만일 그러하다면, 출구버퍼의 래치가 단계(3216)에서 재설정된다. 만일 팔레트가 챔버(20)의 출구도어의 근처 지역으로부터 제거되지 않았다면, 단계 3218에서 입력도어가 인에이블 되었는지에 대한 여부를 결정하는 조회가 실시된다. 만일 입력도어가 단계(3220)에서 인에이블 되었다면, 러핑(roughing) 펌프들이 턴-오프되며, 팔레트가 그이전의 챔버(단계 3222에서의 챔버 19)의 출력부에 대기중인지의 여부를 결정하기 위한 조회가 실시된다. 만일 팔레트가 챔버(19)에 대기중이라면, 입력도어는 단계(3224)에서 오픈되며, 루틴은 단계(3210)로 루프-백된다. 만일 입력도어가 인에이블되지 않았다면, 입력도어가 클로우즈되었는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 단계(3230)에서 실시된다. 만일 입력도어가 클로즈되지 않았다면, 단계(3232)에서 클로즈된다. 만일 입력도어가 클로즈되었다면, 단계 3234에서 출력도어가 클로즈되었는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 실시된다. 만일 출력도어가 클로즈되었다면, 단계 3236에서 러핑(roughing) 펌프들이 턴-온된다. 만일 출 력도어가 클로즈되지 않았다면, 챔버로 적재될 다음 팔레트가 있는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 단계(3238)에서 실시된다. 만일 그러하다면, 루틴이 실시되기 위하여 루프-백된다. 만일 단계(3240)에서 팔레트가 챔버내로 적재될 준비가 되어 있지 않다면, 챔버(20)의 출력도어가 클로즈된다. 만일 챔버(20)가 비어있지 않다면, 단계(3242)에서의 조회결과가 참이 되며, 챔버(20)에 팔레트가 존재하는지에 대한 확인조회가 단계(3244)에서 실시되며, 출구버퍼래치에서의 결과가 단계(3246)에서 설정된다. 만일 팔레트가 존재하지 않거나, 래치가 일단 설정되면, 입력도어가 클로즈되었는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 단계(3248)에서 실시된다. 만일 입력도어가 클로즈되어있지 않으면, 단계(3250)에서 클로즈된다. 단계(3252)에서, 챔버의 출력이 인에이블되었는지의 여부를 결정하는 조회가 실시된다. 만약 그러하다면, 단계(3254)에서 벤트가 턴-오프되며, 단계 3254에서 팔레트가 입력부에서 대가중인지의 여부를 결정할 조회가 실시된다. 만일팔레트가 챔버(20)의 입력부에 대기중이라면, 단계(3256)에서 출력도어가 인에이블되며, 시스템은 단계(3210)로 루프-백된다. 단계(3252)의 결과로써, 만일 출력이 인에이블되지 않았다면, 단계(3258)에서 출력도어가 클로즈되었는지의 여부를 결정하기 위한 조회가 실시된다. 만일 출력도어가 클로즈되었다면, 벤트(vent)가 단계(3260)에서 턴-온되며, 챔버가 챔버로부터의 출력이 인에이블되게 하기 위하여 대기압까지 벤트(vent)된다. 만일 출력도어가 클로즈되어 있지 않으면, 루틴은 단계(3262)에서 챔버로 적재되는 다음 팔레트를 위하여 대가 상태가 된다. 다음적재가 대기중이면, 출력도어가 단계(3264)에서 클로즈된다.

프로세서(G, H)는 서보(servo) 제어루프와 스퍼터링을 위하여 팔레트들이 장치(100)로 운반되기 이전에 기판들을 팔레트 내로 적재하기 위하여 사용되는 자동 로봇 적재 장치를 조작한다.

도 12에 도시된 바와 같이, 프로세서(G, H)는 적재 및 비적재 로봇들을 제어하기 위한 동일한 제어 루틴들을 구비하고 있다. 도 12에 도시된 바와 같이, 프로세서(G, H)에 대하여 사용되는 제어 루틴들의 주요한 차이점은 블록(730G)

에서의 자동런(run) 모드에서 초기화되는 로봇제어, 서보루프, 인덱스들에 있다. 예를 들면, 프로세서(G)는 서보루프(1283, 1295, 1287)의 이용, 헨드쉐이크루프(1293, 1295, 1297), 인덱스 루틴들(1272, 1278)을 이용하여 로봇(3, 5, 7)을 제어한다. 인덱서 루틴들(1272, 1273)은 팔레트의 중심을 수평축을 중심으로 팔레트를 회전가능하게 한다.
로봇(3)의 제어루프루틴(1293)에 대하여 다음과 같이 설명하겠다. 로봇제어루프(1293)는 로봇이 엑티브한 상태인지 그리고 특정 로봇에 대하여 활성 초기화를 가능하게 하는지를 테스트하게 된다. 다음, 루틴은 로봇 적재암(arm)의 위치를 설정하고 로봇 적재암을 시작위치로 초기화한다. 로봇 적재암은 팔레트내로 적재되는 기판을 결합하기 위한 클램프(clamp)를 구비하고 있으며, 루틴(1293)에서는 서보제어루프와 관련된 암의 위치에 따라 클램프를 록(lock) 또는 언록(unlock)한다.
서보루프는 기판들을 팔레트내에 위에서 아래로, 그리고 열(row)을 지어서 설치하기 위하여 열(row) 방향루핑에 기초해서 로봇암의 위치를 설정한다. 제어시스템은 일실시예에 있어서, 다른 로봇들이 각각의 팔레트의 다른 열(low)들을 적재 하기 위하여 사용된다. 따라서 각각의 팔레트가 한 개 이상의 로봇에 의하여 적재되며, 각각의 로봇은 기판의 특정 수평 열(row)만을 팔레트내로 적재한다.
결과적으로, 기판이 특정 열(row)에 적재될 때 적재(또는 비적재) 로봇 근처에 팔레트를 위치시키기 위하여 운송루프(1266)는 적재 시퀀스를 동기화시키기 위하여 적재 로봇에 해당하는 팔레트를 위치시킨다.
도 13은 글로벌 경보 및 에러 루프를 인간과 기계의 상호 인터페이스로 프로세싱하기 위한 프로세서(J)를 도시하고 있다.
도 13에 도시된 바와 같이, 기본적인 허용 블록이 센서 스캐너 루틴(1350)에 구비되어 있으며, 경보 히스토리(history)루틴이 유지되며, 전력공급에어(air)경보루틴(1316)이 인간과 기계의 인터페이스를 위하여 구비되어 있다.
본 발명에 따른 제어시스템에 이용된 각각의 프로세서들의 분산된 제어기능들의 결과로써, 시스템 기능은 더 효과적이며 또한 네트워크에 걸쳐서 분산된 보다 많은 프로세싱 전력을 처리할 수 있게 된다. 시스템의 다른 영역들을 제어하는 프로세서들을 이용함으로써 각 기판의 프로세싱이 보다 효과적으로 처리되며, 시스템의 스루풋(throughput)이 향상된다. 그리고, 기능블록들의 프로그래밍에 있어서의 리던던시(redundancy)는 비슷한 기능들을 구비하는 시스템을 위하여 사용될 수 있기 때문에 부가의 시스템에 대한 개발시간이 개선된다.
그리고, 만약 운영자가 에어(air) 신호는 하드웨어의 오류의 결과라고 결정한다면, 하드웨어 에어(air) 신호들을 오버라이딩(overriding)하는 옵션을 시스템운영자에게 제공하기 위하여, 하드웨어에 기초한 기능들에 대한 소프트웨어 제어가 본 발명에 따른 시스템에서 구현된다. 상기와 같은 기능은 시스템이 다운되는 시간을 감소시키며, 운영자에게 시스템의 결합 부품들을 보다 효과적인 시간에 교체할 수 있도록 한다.
본 발명의 많은 특징들 및 장점들은 당업자에게 자명하다, 상기와 같은 특징들 및 장점들은 당업자에 자명한 모든 수정 및 변경들을 포함한다. 상기와 같은 모든 수정들은 상기에 그리고 첨부된 클레임에 정의된 권리범위에 포함된다.

발명의 효과

본원발명은 다수의 서로 다른 프로세서를 이용하여 각 프로세서가 머신의 특정 서브 시스템 대신 머신의 특정 부분의 제어를 전담함으로써 프로세싱 효율을 향상시키는 효과를 가진다. 또한, 일부 센서가 결함이 있을 경우에도 기판의 위치를 측정할 수 있는 설비를 구비하여 스퍼터링 공정을 효율적으로 수행할 수 있는 효과를 가진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
박막 증착 장치용 제어시스템으로서,
상기 장치의 프로세싱은 운송 시스템에 의하여 상기 장치를 통과하여 운송되는 다수의 기판을 포함하고, 상기 운송 시스템은 다수의 운송 스테이지를 포함하며, 상기 각각의 스테이지는 출력을 제공하는 적어도 하나의 센서를 가진 박막 증착 장치용 제어시스템에 있어서,
상기 센서의 위치에서 상기 기판이 존재하는 지를 결정하기 위하여 각 센서의 출력을 판독하는 수단, 및
소정의 센서로부터의 출력이 이용가능하지 않을 때 상기 소정의 센서에서의 기판의 위치를 결정하는 수단으로서, 상기 기판의 실제 공지된 위치를 제공하는 적어도 하나의 동작가능한 센서의 출력 및 상기 시스템의 각 운송 스테이지에서의 기판의 이동속도에 기초하여 상기 위치를 결정하는 기판의 위치 결정 수단을 포함하고,
상기 각 운송 스테이지는 프로세싱 챔버당 3개의 센서를 포함하고, 상기 기판의 위치 결정 수단은 시스템 내에서 작동하는 다른 제어 루틴이 기능을 다하도록 출력을 프로세서에 제공하는 박막 증착 장치용 제어시스템.

청구항 2.
제 1항에 있어서,
상기 박막 증착 장치는 다수의 프로세싱 챔버를 포함하고,
상기 결정수단은,
각각 메모리를 구비하고, 상기 다수의 챔버들의 서브세트에 결합되며, 상기 다수의 챔버의 서브세트에서의 프로세싱을 제어하는 다수의 제어 프로세서; 및
상기 다수의 프로세싱 챔버 각각에 대한 구성 데이터를 포함하는 상기 메모리내에 제공된 데이터 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 증착 장치용 제어시스템.

청구항 3.

제 2항에 있어서,
상기 다수의 프로세서는 센서로부터의 출력을 수신하도록 결합되고, 상기 결정수단은 기판의 이동속도 및 기판의 이동시간과 관련하여 기판의 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 박막 증착 장치용 제어시스템.

청구항 4.
제 2항에 있어서,
상기 다수의 프로세서는 센서로부터의 출력을 수신하도록 결합되고, 상기 결정 수단은 상기 각각의 운송 스테이지와 관련된 인코더를 더 포함하고, 상기 결정수단은 상기 인코더에 의해 제공되는 데이터에 관련하여 기판의 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 박막 증착 장치용 제어시스템.

청구항 5.
제 1항에 있어서,
상기 결정 수단은 시스템 운영자에 의하여 선택적으로 인에이블 및 디스에이블되는 것을 특징으로 하는 박막 증착 장치용 제어시스템.

청구항 6.
제 1항에 있어서,
상기 센서는 다수의 운송 스테이지 각각의 입력, 중간지점, 출력에 제공되는 것을 특징으로 하는 박막 증착 장치용 제어시스템.

청구항 7.
인-라인(in-line) 스퍼터링 머신을 제어하기 위한 장치로서,
입력단, 출력단, 상기 입력단 및 출력단 사이의 다수의 프로세싱 챔버, 펌핑시스템, 히팅시스템, 운송시스템, 및 스퍼터링 가스 제어시스템을 구비하며, 상기 운송시스템은 다수의 위치 센서를 포함하고, 상기 시스템 각각은 기판이 입력단에서 출력단으로 통과함에 따라 서로 협력하여 다수의 기판을 프로세싱하는 인-라인 스퍼터링 머신 제어용 장치에 있어서,
네트워크 허브(hub)를 포함하는 네트워크; 및
상기 허브 및 상기 네트워크에 결합된, 상기 장치를 위한 구성 데이터를 저장하는 비휘발성 저장 수단을 포함하는 다수의 프로세서를 포함하고, 상기 다수의 프로세서 각각은 다수의 챔버의 서브세트와 결합되어 상기 다수의 챔버의 서브세트와 관련된 상기 스퍼터링 머신의 펌핑, 히팅, 운송 및 스퍼터링 가스 시스템의 일부를 제어하고, 이에 의해서 상기 각각의 프로세서는 상기 스퍼터링 장치의 상기 챔버의 서브세트에서의 프로세싱을 제어하며, 상기 프로세서중 적어도 하나는
상기 센서의 위치에서 상기 기판이 존재하는 지를 결정하기 위하여 상기 센서의 출력을 판독하는 수단, 및
소정의 센서로부터의 출력이 이용가능하지 않을 때 상기 소정의 센서에서의 기판의 위치를 결정하는 수단으로서, 상기 기판의 실제 공지된 위치를 제공하는 적어도 하나의 동작가능한 센서의 출력 및 상기 시스템의 각 운송 스테이지에서의 기판의 이동속도에 기초하여 상기 위치를 결정하고 신호를 출력하는 기판의 위치 결정 수단을 포함하는 인-라인 스퍼터링 머신 제어용 장치.

청구항 8.
제 7항에 있어서,
상기 다수의 프로세서 각각은 다수의 기판이 프로세싱됨에 따라 상기 시스템의 일부를 제어하는 것을 특징으로 하는 인-라인 스퍼터링 머신 제어용 장치.

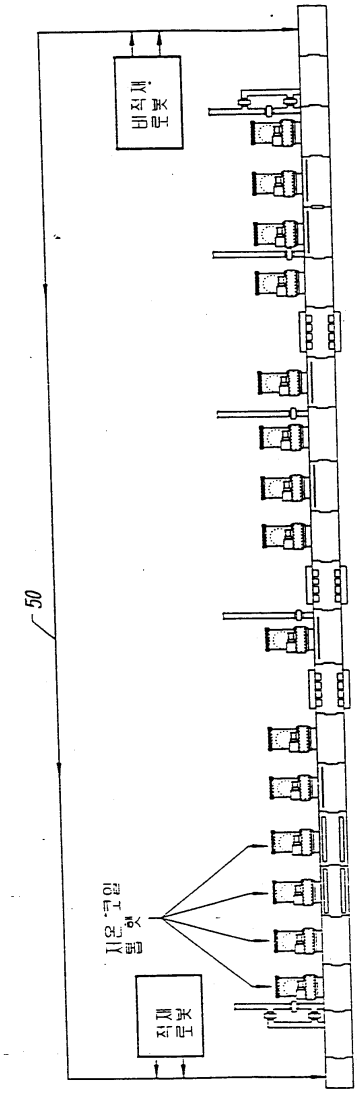
청구항 9.
제 7항에 있어서,
상기 제어시스템은 장치 하드웨어로부터의 출력을 해석하기 위한 루틴들의 스캐너 레벨, 상기 루틴들의 허용레벨, 및 상기 루틴들의 제어레벨을 포함하며, 상기 허용레벨은 상기 제어레벨과 상호작용하여 운영자 또는 제어레벨 요청이 장치에서의 제어 기능들을 개시 또는 방지하게 하는 것을 특징으로 하는 인-라인 스퍼터링 머신 제어용 장치.

청구항 10.
제 7항에 있어서,
상기 다수의 위치센서는 위치센서에서 기판의 존재유무를 표시하며, 상기 다수의 프로세서의 서브세트는 상기 센서 각각과 통신하여 상기 증착장치내에 기판의 위치를 설정하는 것을 특징으로 하는 인-라인 스퍼터링 머신 제어용 장치.

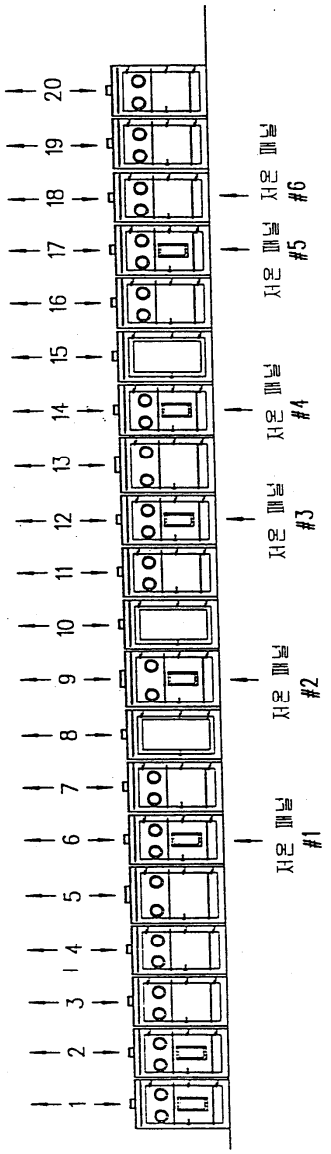
청구항 11.
제 7항에 있어서,
상기 제어시스템은 상기 위치센서들 중 적어도 하나의 센서에서 오류가 검출될 때 상기 증착장치의 연속된 작동을 인에이블링하기 위한 제어 루틴을 포함하여, 상기 기판의 위치는 제어 루틴에 의하여 제어시스템에 표시되며, 상기 기판의 위치는 기능 프로세서의 출력에 따라 결정될 수 있는 것을 특징으로 하는 인-라인 스퍼터링 머신 제어용 장치.

도면

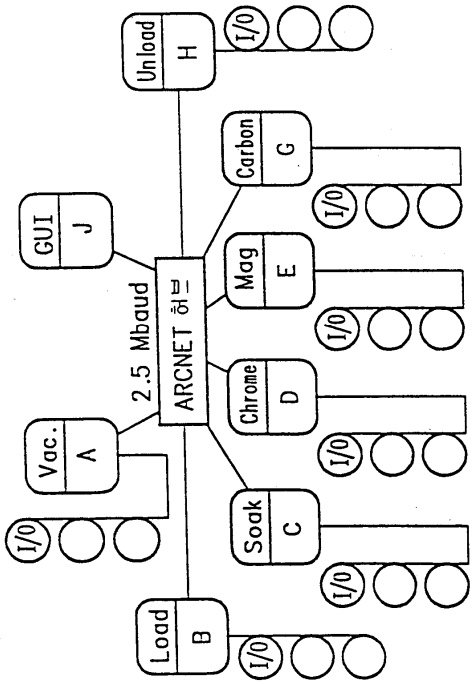
도면1



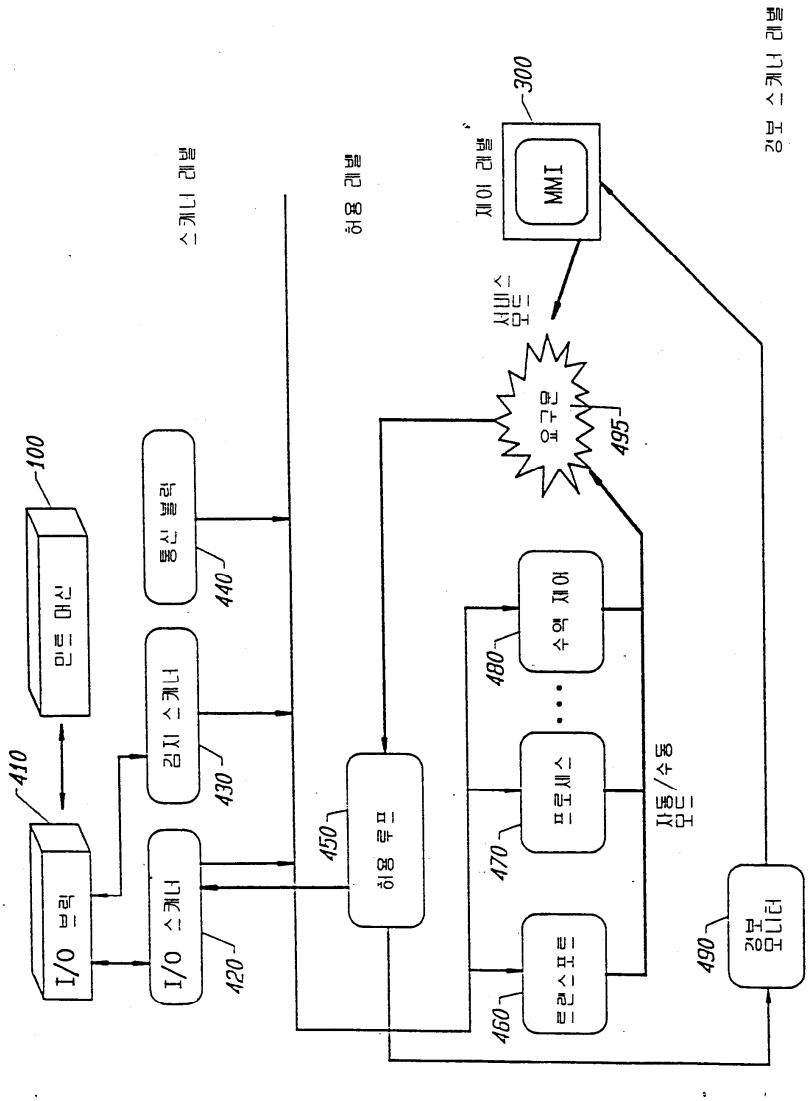
도면2


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
저온 매니폴드 #1
저온 매니폴드 #2
저온 매니폴드 #3
저온 매니폴드 #4
저온 매니폴드 #5
저온 매니폴드 #6

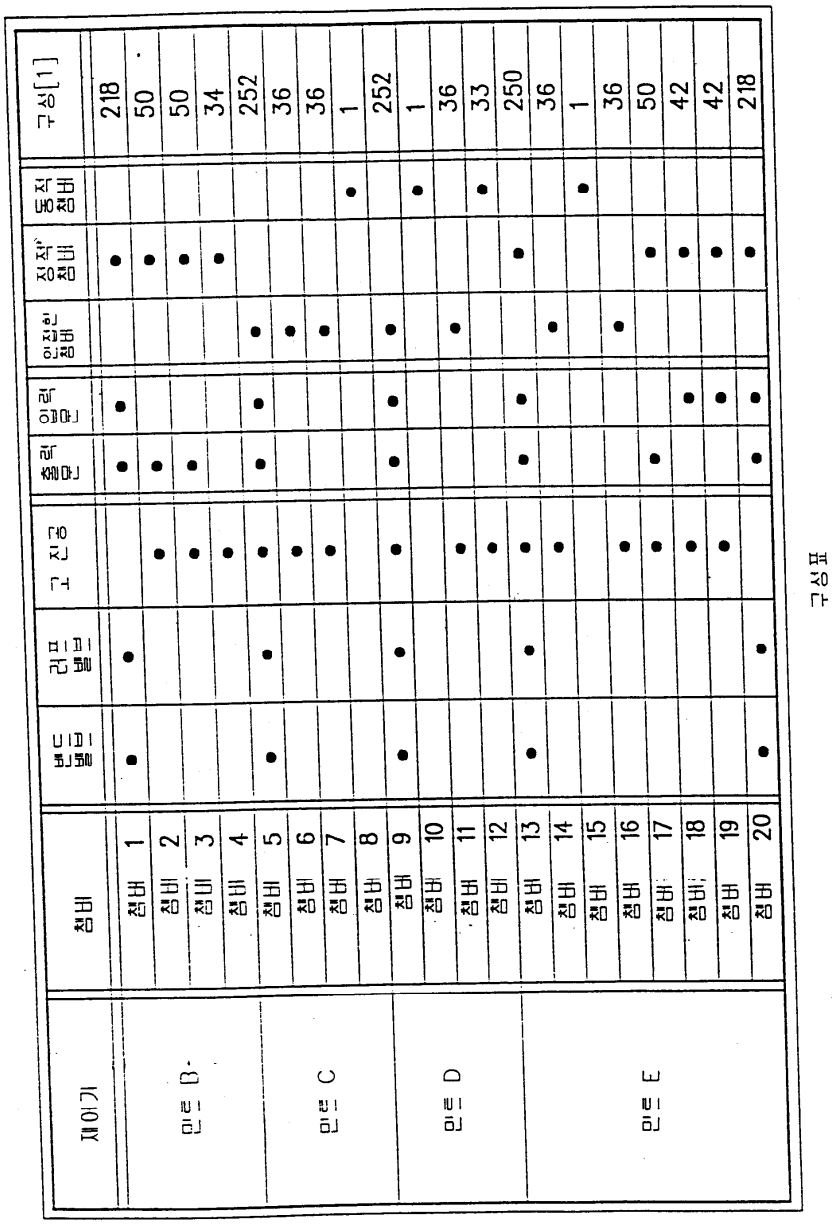
도면3


Unload
H
I/O
Carbon
G
I/O
GUI
J
Mag
E
I/O
2.5 Mbaud
ARCNET 허브
Chrome
D
I/O
Vac.
A
I/O
Soak
C
I/O
Load
B
I/O

도면4


100
410
I/O 브릭
I/O 스케너
420
감지 스케너
430
통신 블릭
440
스케너 레벨
허용 레벨
450
허용 루프
460
르랜스포트
470
프로세스
480
수액 제어
자동/수동 모드
490
경보 모니터
경보 스케너 레벨
요구문
495
서비스 모드
제어 레벨
MMI
300

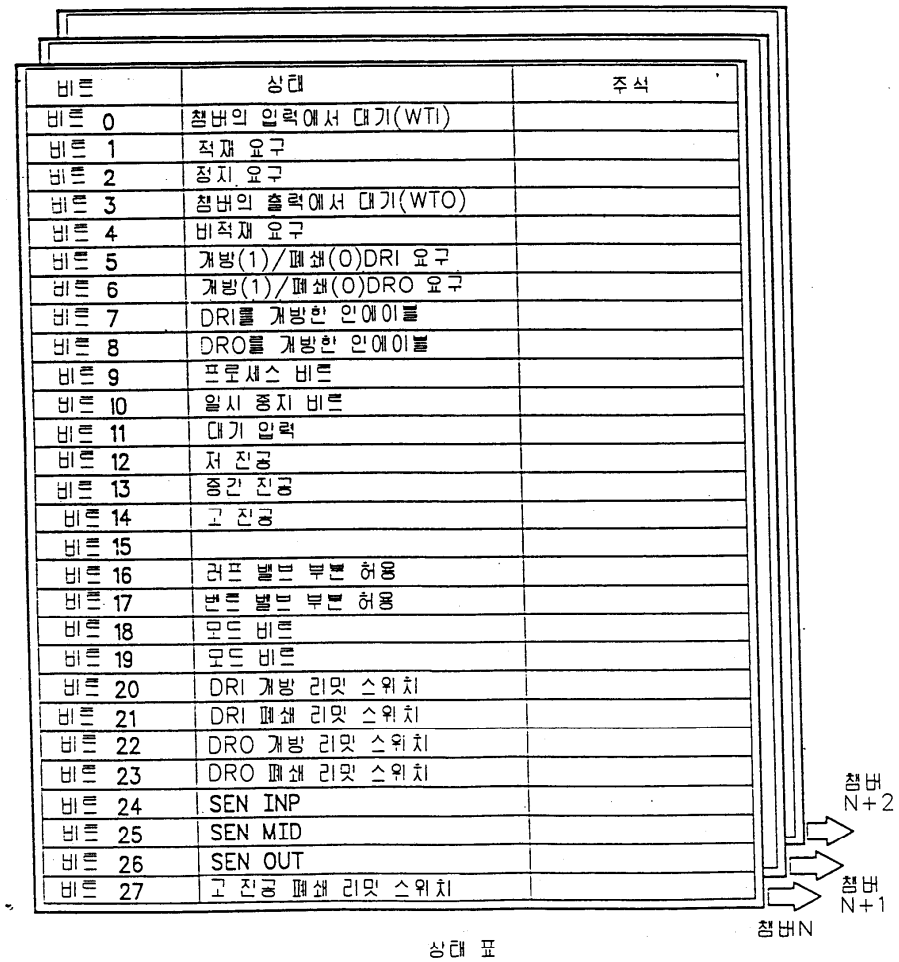
도면5



제어기	챔버	밴드 밸브	러프 밸브	고 진공	출력 모듈	입력 모듈	인접한 챔버	정전 챔버	동작 챔버	구성[1]
마스터 B	챔버 1	●	●		●	●		●		218
	챔버 2			●	●	●		●		50
	챔버 3			●	●			●		50
	챔버 4			●				●		34
	챔버 5	●	●	●	●	●	●			252
마스터 C	챔버 6			●			●			36
	챔버 7			●			●			36
	챔버 8								●	1
마스터 D	챔버 9	●	●	●	●	●	●			252
	챔버 10								●	1
	챔버 11			●			●			36
	챔버 12			●					●	33
마스터 E	챔버 13	●	●	●	●	●		●		250
	챔버 14			●	●		●			36
	챔버 15								●	1
	챔버 16			●			●			36
	챔버 17			●	●			●		50
	챔버 18			●		●		●		42
	챔버 19			●		●		●		42
	챔버 20	●	●		●	●		●		218

구성표

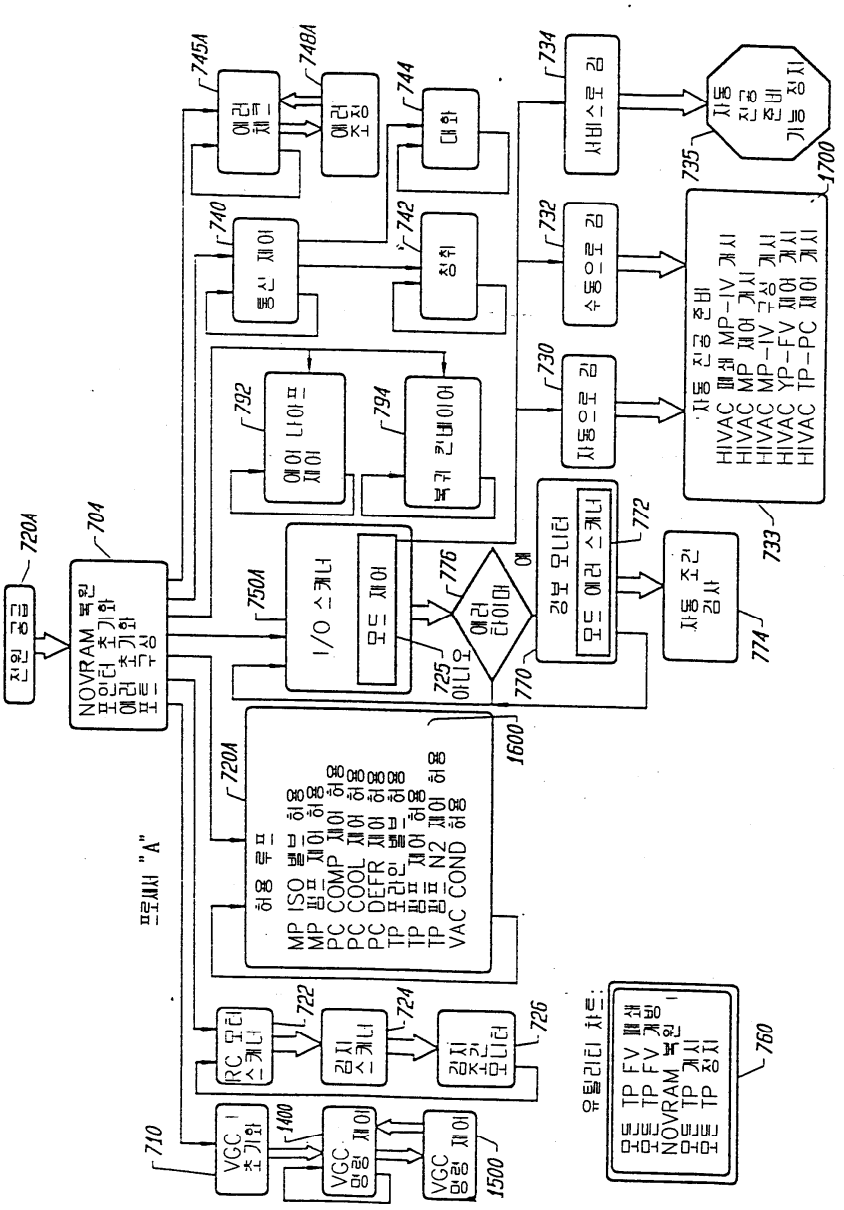
도면6



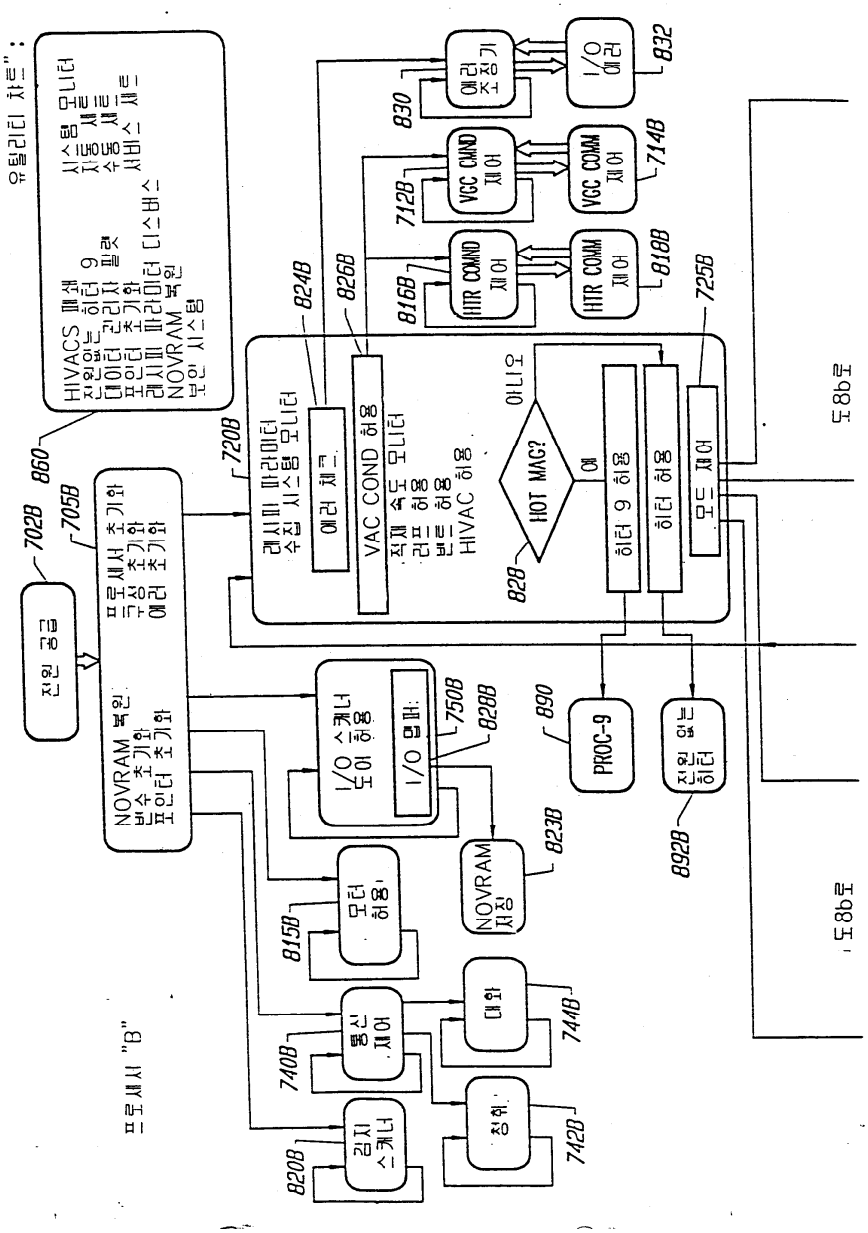
비트	상태	주석
비트 0	챔버의 입력에서 대기(WTI)	
비트 1	적재 요구	
비트 2	정지 요구	
비트 3	챔버의 출력에서 대기(WTO)	
비트 4	비적재 요구	
비트 5	개방(1)/폐쇄(0)DRI 요구	
비트 6	개방(1)/폐쇄(0)DRO 요구	
비트 7	DRI를 개방한 인에이블	
비트 8	DRO를 개방한 인에이블	
비트 9	프로세스 비트	
비트 10	일시 중지 비트	
비트 11	대기 입력	
비트 12	저 진공	
비트 13	중간 진공	
비트 14	고 진공	
비트 15		
비트 16	러프 밸브 부분 허용	
비트 17	벤트 밸브 부분 허용	
비트 18	모드 비트	
비트 19	모드 비트	
비트 20	DRI 개방 리밋 스위치	
비트 21	DRI 폐쇄 리밋 스위치	
비트 22	DRO 개방 리밋 스위치	
비트 23	DRO 폐쇄 리밋 스위치	
비트 24	SEN INP	
비트 25	SEN MID	
비트 26	SEN OUT	
비트 27	고 진공 폐쇄 리밋 스위치	

상태 표

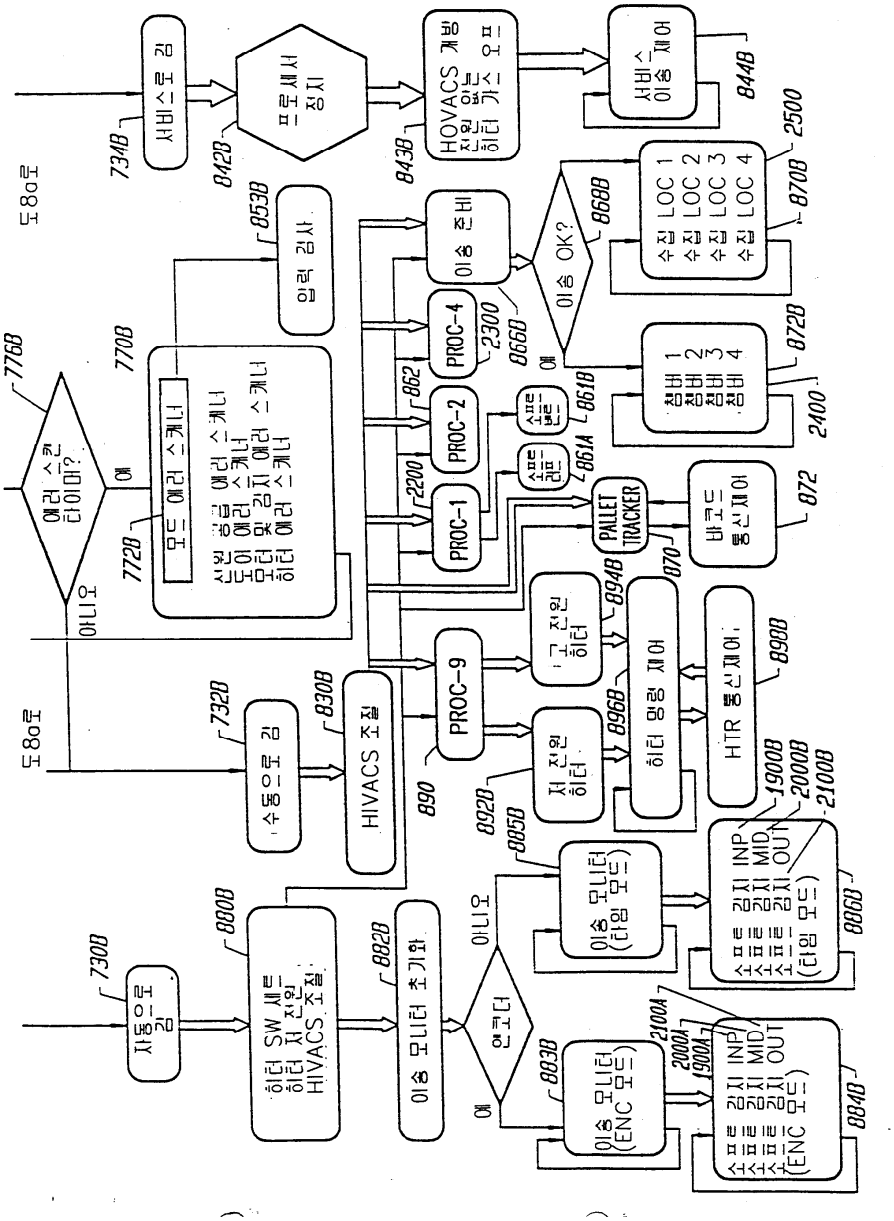
도면7


전원 공급
720A
704
NOVRAM 복원
포인터 초기화
에러 초기화
포트 구성
프로세서 "A"
VGC 초기화
710
VGC 명령 제어
1400
VGC 명령 제어
1500
RC 모터 스캐너
722
검지 스캐너
724
검지 조건 모니터
726
허용 루프
MP ISO 밸브 허용
MP 펌프 제어 허용
PC COMP 제어 허용
PC COOL 제어 허용
PC DEFR 제어 허용
TP 포라인 밸브 허용
TP 펌프 제어 허용
TP 펌프 N2 제어 허용
VAC COND 허용
720A
1600
I/O 스캐너
750A
모드 제어
725
아니오
에러 타이머
776
예
감보 모니터
모드 에러 스캐너
770
772
자동 조건 검사
774
에어 나이프 제어
792
복귀 컨베이어
794
통신 제어
740
청취
742
대화
744
에러 체크
745A
에러 조정
748A
서비스로 김
734
수동으로 김
732
자동으로 김
730
자동 진공 준비
HIVAC 매쇄 MP-IV 개시
HIVAC MP 제어 개시
HIVAC MP-IV 구성 개시
HIVAC YP-FV 제어 개시
HIVAC TP-PC 제어 개시
733
자동 진공 준비 기능 정지
735
1700
유틸리티 차트:
모드 TP FV 매쇄
모드 TP FV 개방
NOVRAM 복원
모드 TP 개시
모드 TP 정지
760

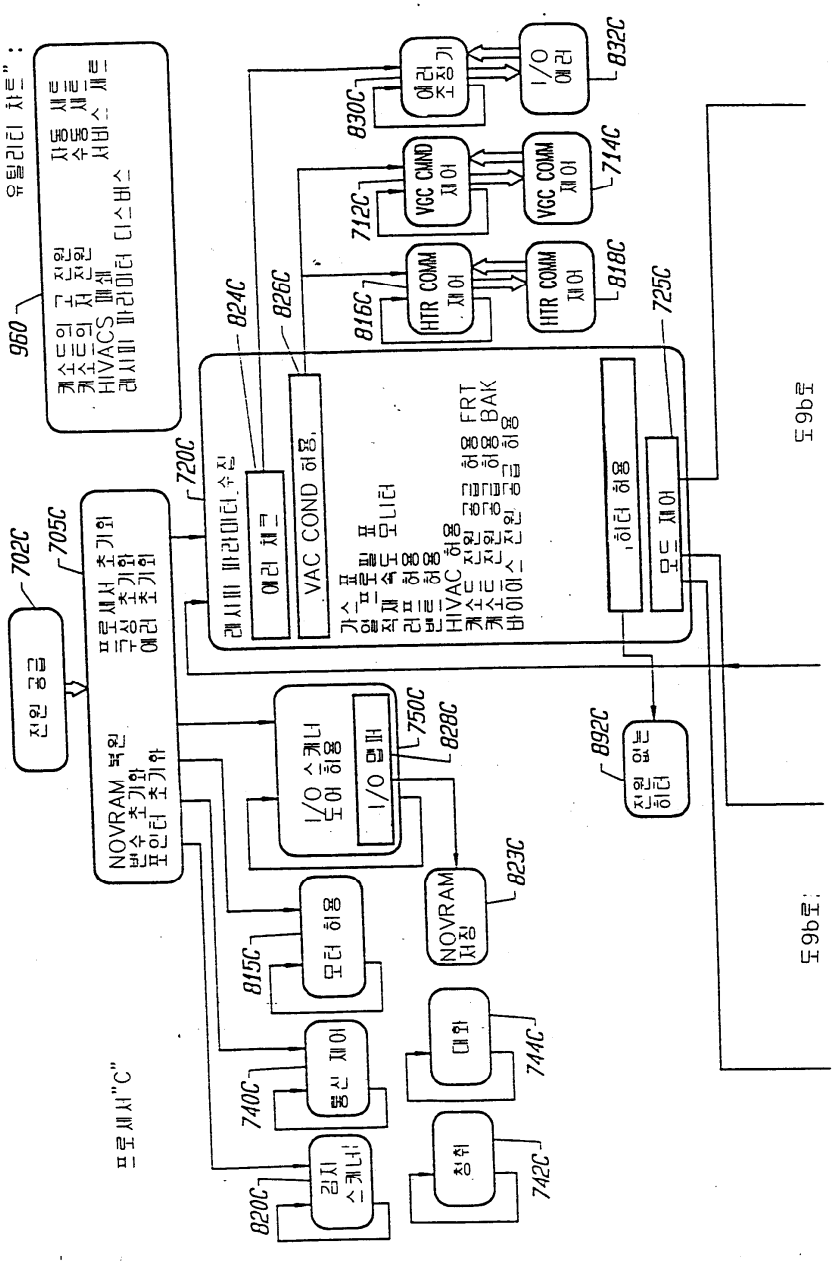
도면8a


유틸리티 차트":
HIVACS 패쇄
진원없는 히터 9
데이터 관리자 필랫
포인터 초기화
레시피 파라미터 디스버스
NOVRAM 복원
보안 시스템
시스템 모니터
자동 세트
수동 세트
서비스 세트
860
진원 공급
702B
프로세서 초기화
구성 초기화
에러 초기화
NOVRAM 복원
변수 초기화
포인터 초기화
705B
레시피 파라미터
수집 시스템 모니터
에러 체크
VAC COND 허용
직재 속도 모니터
러프 허용
밴트 허용
HIVAC 허용
HOT MAG?
아니오
예
히터 9 허용
히터 허용
모드 제어
720B
824B
826B
828
725B
I/O 스캐너
모이 허용
I/O 맵퍼
750B
828B
NOVRAM
저장
823B
모터
허용
815B
통신
제어
740B
대화
744B
검지
스캐너
820B
청취
742B
PROC-9
890
진원 없는
히터
892B
HTR COMND
제어
816B
HTR COMM
제어
818B
VGC CMND
제어
712B
VGC COMM
제어
714B
에러
조정기
830
I/O
에러
832
프로세서 "B"
도8b로
도8b로

도면8b

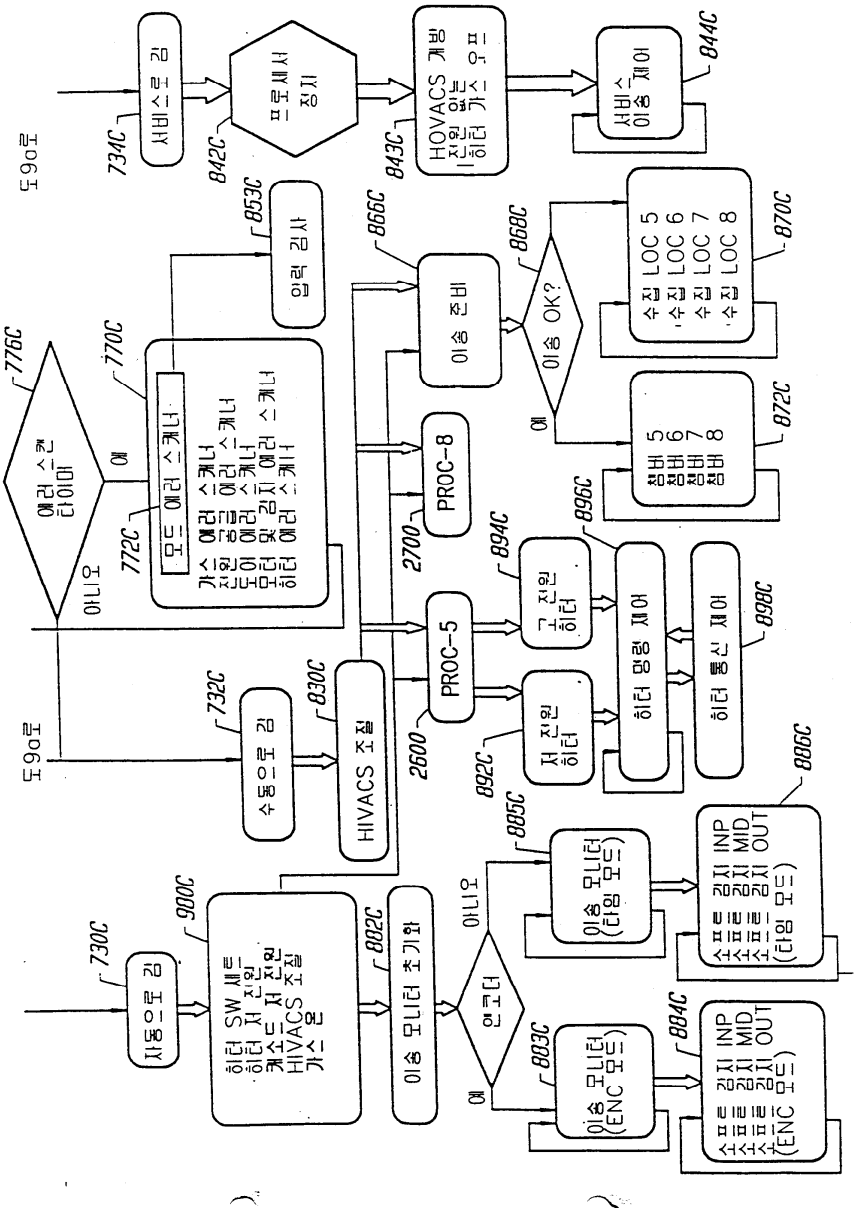

도8a로
도8a로
자동으로 감
730B
하더 SW 세트
하더 저 전원
HIVACS 조절
880B
이송 모니터 초기화
882B
엔코더
아니오
예
이송 모니터 (ENC 모드)
883B
소프트 감지 INP
소프트 감지 MID
소프트 감지 OUT
(ENC 모드)
884B
2100A
2000A
1900A
이송 모니터 (타임 모드)
885B
소프트 감지 INP
소프트 감지 MID
소프트 감지 OUT
(타임 모드)
886B
1900B
2000B
2100B
저 전원 하더
892B
고 전원 하더
894B
하더 명령 제어
896B
HTR 통신제어
898B
PROC-9
890
수동으로 감
732B
HIVACS 조절
830B
PROC-1
2200
PROC-2
862
PROC-4
2300
PALLET TRACKER
870
바코드 통신제어
872
소프트 리프
861A
소프트 넌트
861B
이송 준비
866B
이송 OK?
868B
예
수집 LOC 1
수집 LOC 2
수집 LOC 3
수집 LOC 4
870B
2500
챔버 1
챔버 2
챔버 3
챔버 4
872B
2400
입력 검사
853B
모드 에러 스캐너
772B
에러 스캔 타이머?
776B
예
아니오
770B
서비스로 감
734B
프로세서 정지
842B
HOVACS 개방 전원 없는 하더 가스 오프
843B
서비스 이송 제어
844B

도면9a

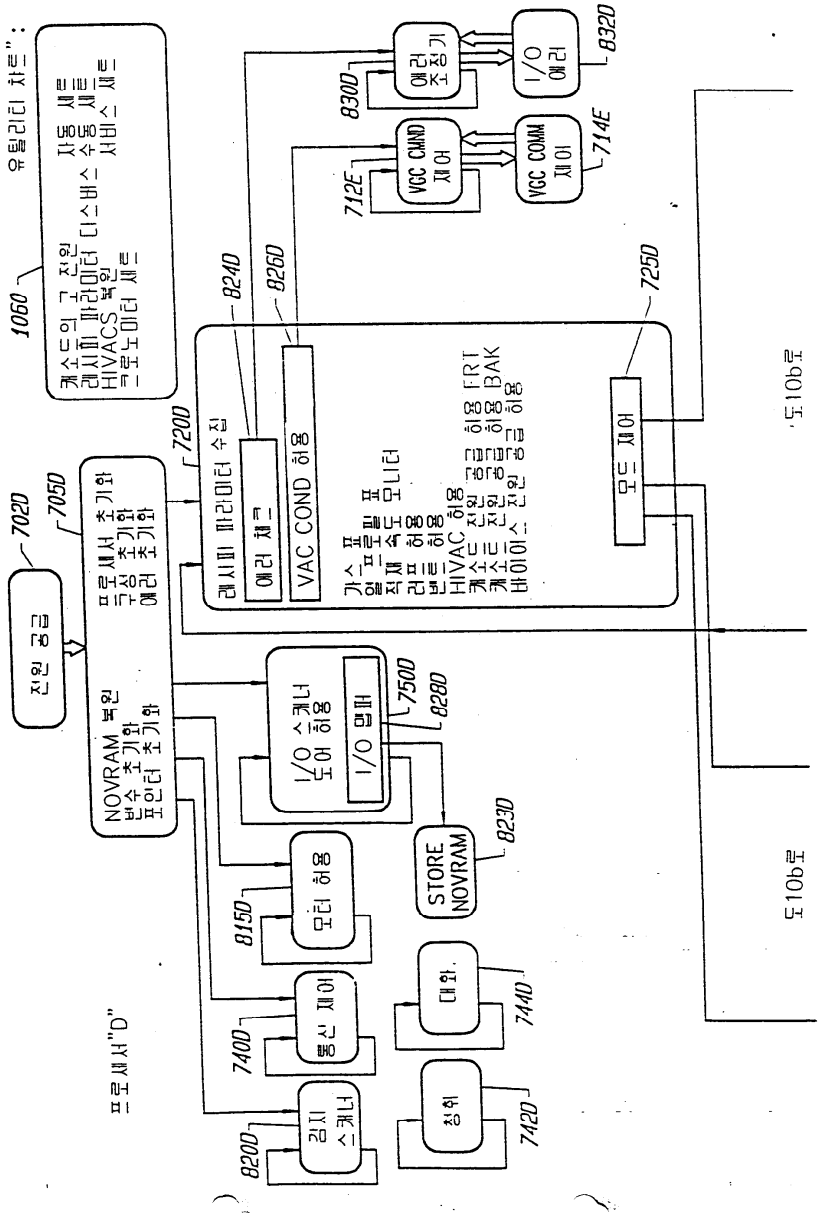


960
유틸리티 차트":
702C
전원 공급
705C
프로세서 초기화
주장 초기화
에러 초기화
NOVRAM 복원
변수 초기화
포인터 초기화
720C
레시피 파라미터 수집
에러 체크
VAC COND 허용
824C
826C
HTR COMM 제어
816C
VGC CMND 제어
712C
VGC COMM 제어
714C
에러 조정기
830C
I/O 에러
832C
HTR COMM 제어
818C
725C
히터 허용
모드 제어
892C
전원 앞는 히터
I/O 스케너 도어 허용
I/O 맵퍼
750C
828C
NOVRAM 저장
823C
모터 허용
815C
통신 제어
740C
대화
744C
김지 스케너
820C
청취
742C
프로세서"C"
도9b로
도9b로

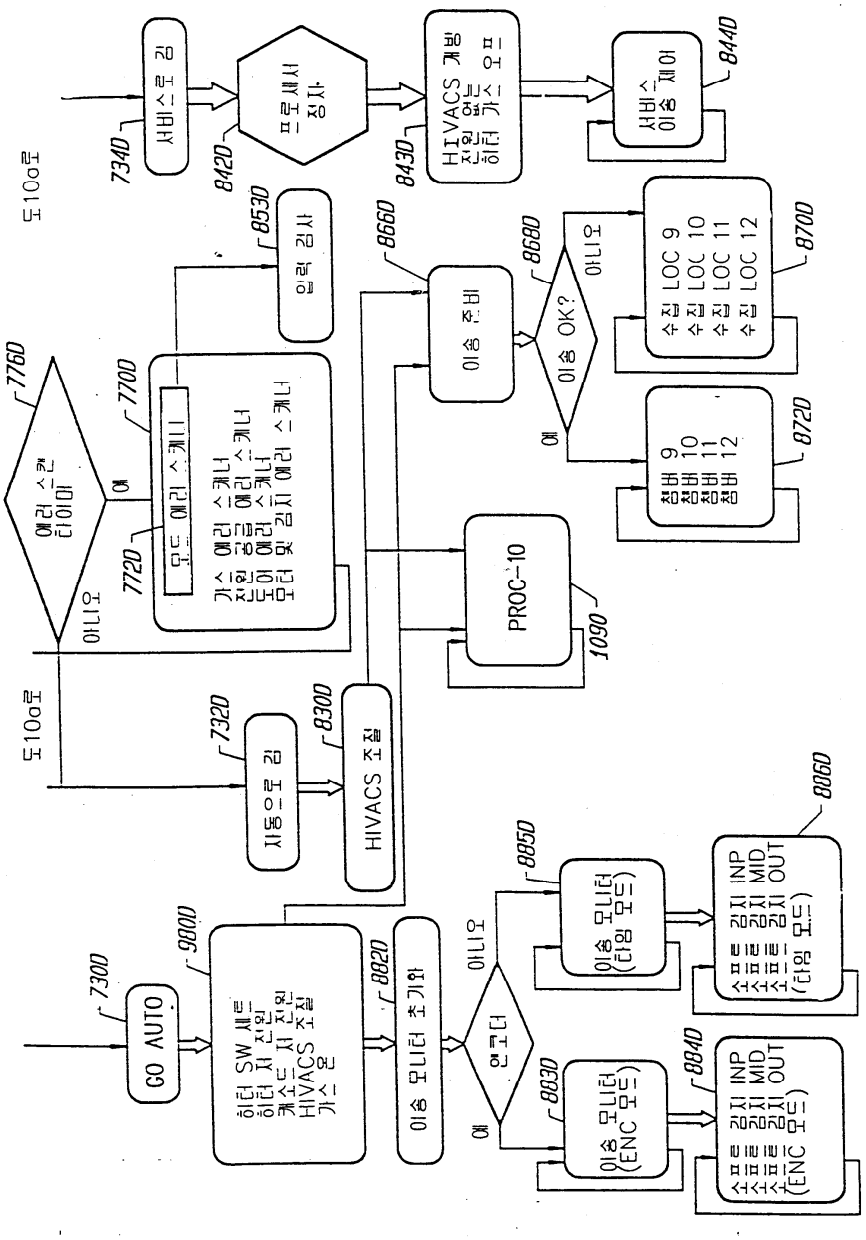
도면9b


도9a로
서비스로 감
734C
프로세서 정지
842C
HOVACS 개방 전원 없는 하터 가스 오프
843C
서비스 이송 제어
844C
입력 검사
853C
이송 준비
866C
이송 OK?
868C
수집 LOC 5
수집 LOC 6
수집 LOC 7
수집 LOC 8
870C
챔버 5
챔버 6
챔버 7
챔버 8
872C
예러 스캔 타이머
776C
예
아니오
모드 예러 스캐너
772C
가스 예러 스캐너
전원 공급 예러 스캐너
도어 예러 스캐너
모터 및 검지 예러 스캐너
하터 예러 스캐너
770C
PROC-8
2700
PROC-5
2600
구 전원 하터
894C
저 전원 하터
892C
하터 명령 제어
896C
하터 통신 제어
898C
도9a로
수동으로 감
732C
HIVACS 조절
830C
자동으로 감
730C
하터 SW 세트
하터 저 전원
캐소드 저 전원
HIVACS 조절
가스 온
900C
이송 모니터 초기화
882C
안코터
아니오
예
이송 모니터 (타임 모드)
885C
소프트 검지 INP
소프트 검지 MID
소프트 검지 OUT
(타임 모드)
886C
이송 모니터 (ENC 모드)
883C
소프트 검지 INP
소프트 검지 MID
소프트 검지 OUT
(ENC 모드)
884C

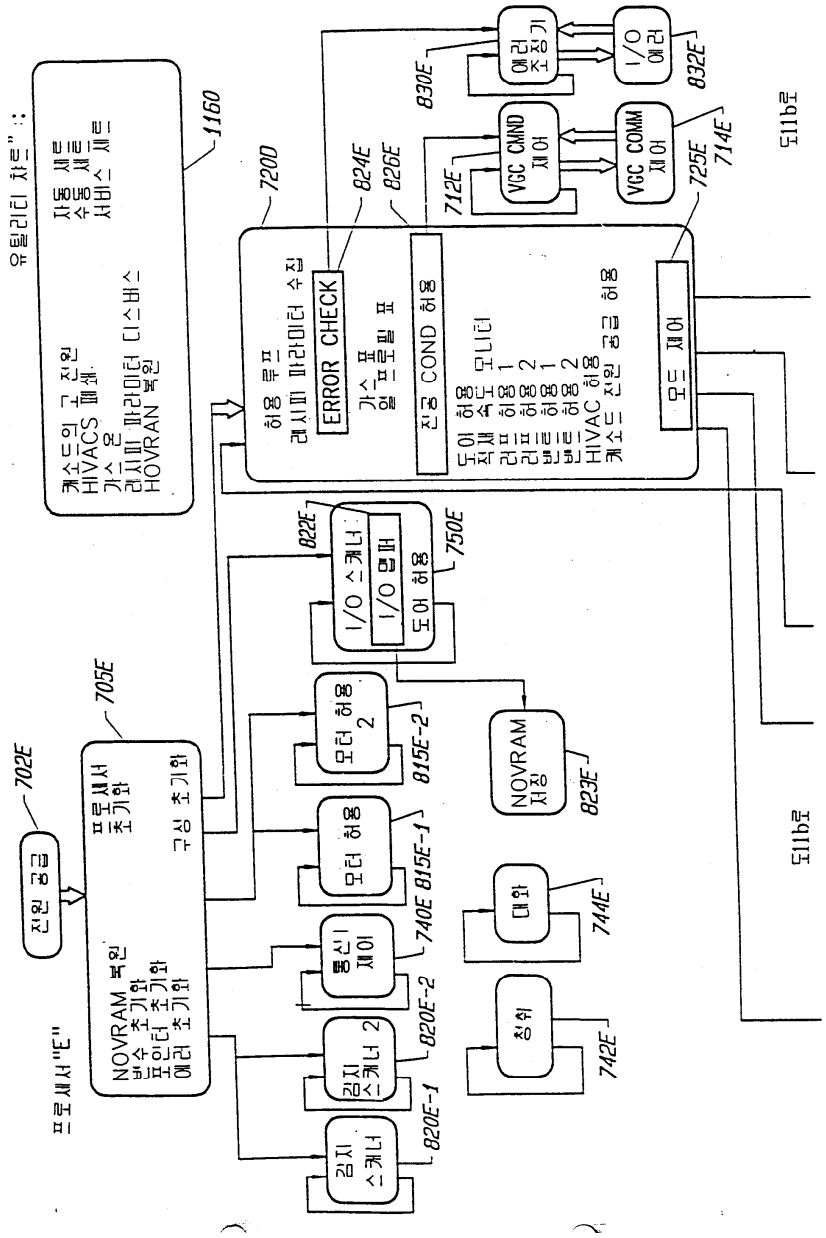
도면10a


유틸리티 차트":
1060
캐소드의 그 전원
레시피 파라미터 디스버스 자동 세트
HIVACS 복원 수동 세트
크로노미터 세트 서비스 세트
전원 공급
702D
705D
프로세서 초기화
구성 초기화
에러 초기화
NOVRAM 복원
변수 초기화
포인터 초기화
720D
레시피 파라미터 수집
824D
에러 체크
826D
VAC COND 허용
가스 포
일 프로필 포
직제 속도 모니터
러프 허용
벤트 허용
HIVAC 허용
캐소드 전원 공급 허용 FRT
캐소드 전원 공급 허용 BAK
바이어스 전원 공급 허용
725D
모드 제어
712E
VGC CMND 제어
714E
VGC COMM 제어
830D
에러 조정기
832D
I/O 에러
I/O 스캐너 도어 허용
750D
I/O 맵퍼
828D
STORE NOVRAM
823D
모터 허용
815D
통신 제어
740D
대화
744D
검지 스캐너
820D
청취
742D
프로세서"D"
도10b로
도10b로

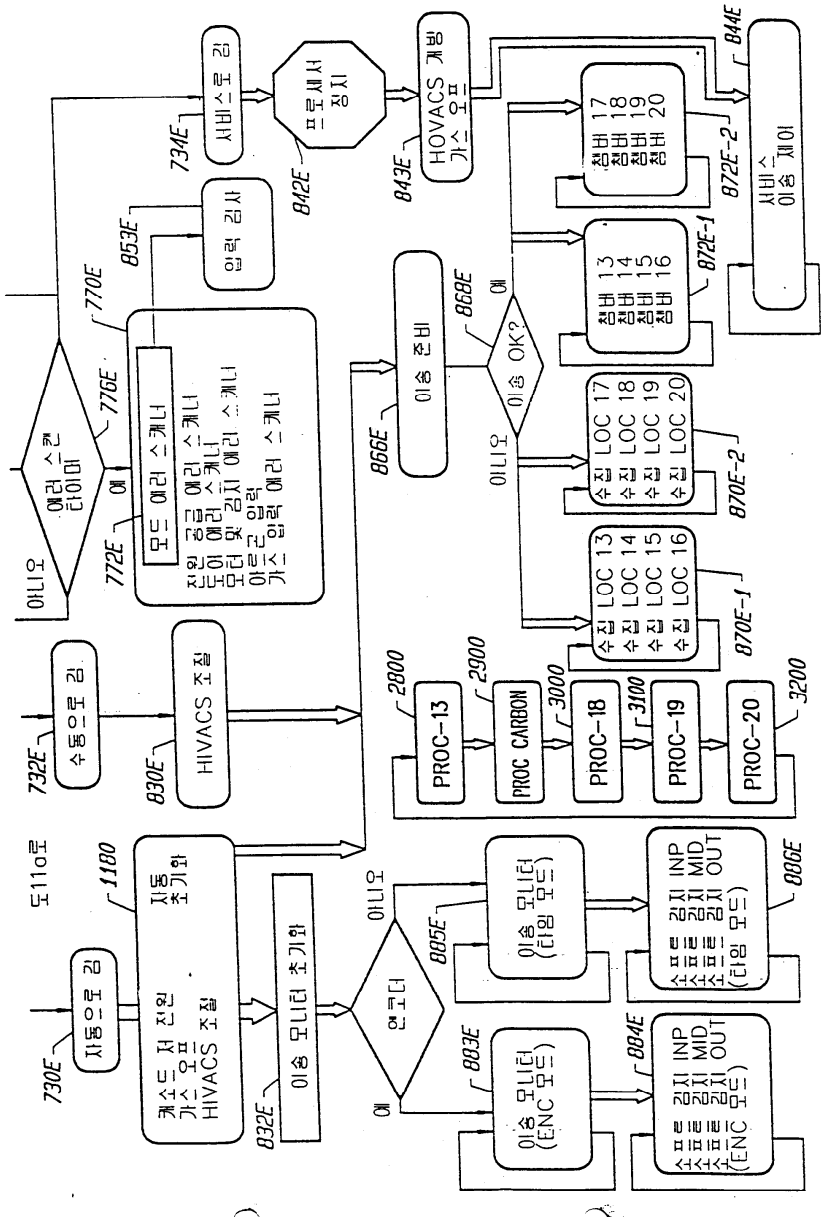
도면10b


도10a로
734D
서비스로 감
842D
프로세서 점사
843D
HIVACS 개방 신원없는 히터 가스 오프
844D
서비스 이송 제어
853D
입력 감사
866D
이송 준비
868D
이송 OK?
아니오
예
870D
수집 LOC 9
수집 LOC 10
수집 LOC 11
수집 LOC 12
872D
챔버 9
챔버 10
챔버 11
챔버 12
776D
에러 스캔 데이터
아니오
예
770D
모든 에러 스캐너
가스 플럼 에러 스캐너
진공 에러 스캐너
도어 에러 스캐너
모터 및 감시 에러 스캐너
772D
PROC-10
1090
도10a로
732D
자동으로 감
830D
HIVACS 조절
730D
GO AUTO
900D
히터 SW 세트
히터 저 진원
캐소드 저 진원
HIVACS 조절
가스 온
882D
이송 모니터 초기화
아니오
예
인코더
885D
이송 모니터 (타임 모드)
886D
소프트 감지 INP
소프트 감지 MID
소프트 감지 OUT
(타임 모드)
883D
이송 모니터 (ENC 모드)
884D
소프트 감지 INP
소프트 감지 MID
소프트 감지 OUT
(ENC 모드)

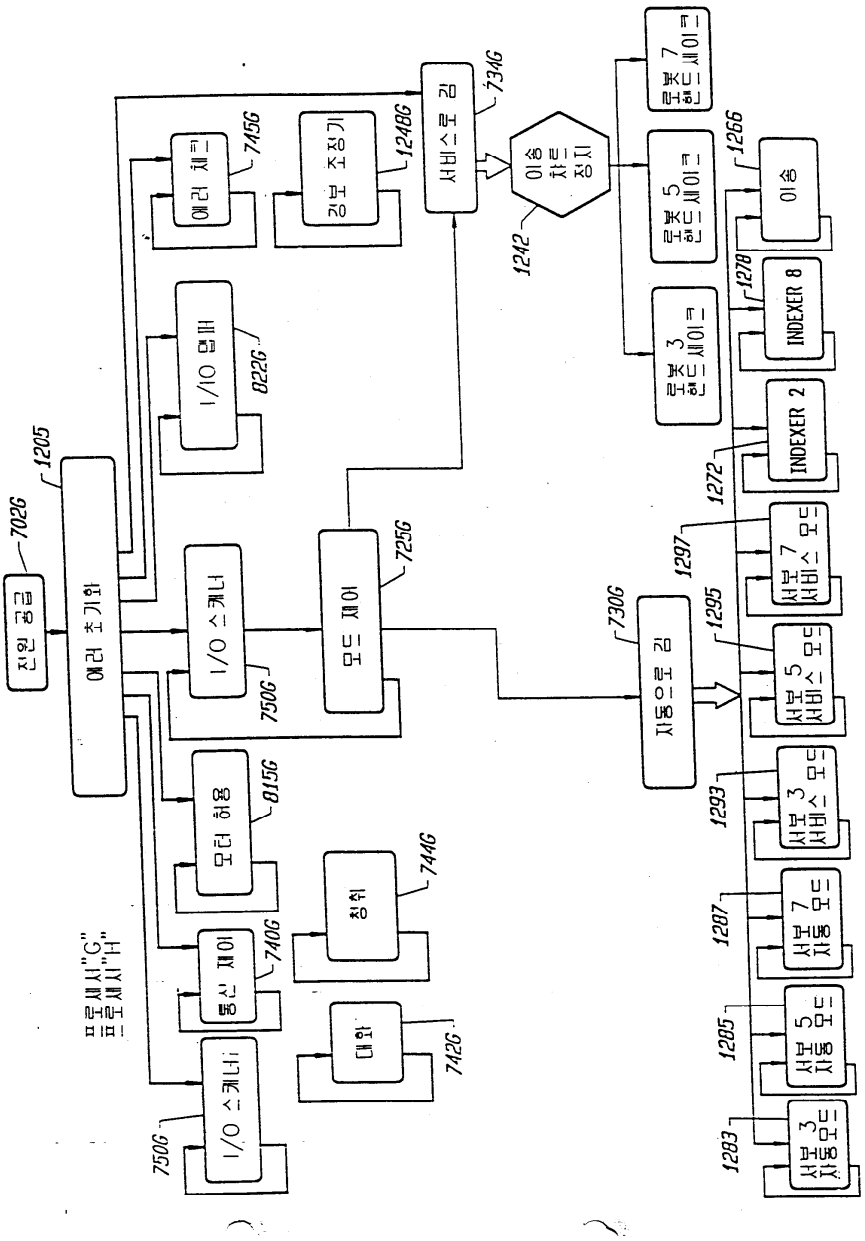
도면11a


유틸리티 차트":
1160
720D
824E
826E
ERROR CHECK
진공 COND 허용
VGC CMND 제어
VGC COMM 제어
712E
714E
725E
830E
832E
I/O 에러
도11b로
702E
705E
NOVRAM 복원
I/O 스캐너
I/O 맵퍼
750E
822E
NOVRAM 저장
823E
모터 허용 2
815E-2
모터 허용
815E-1
통신 제어
740E
감지 스캐너 2
820E-2
감지 스캐너
820E-1
대화
744E
청취
742E
프로세서"E"

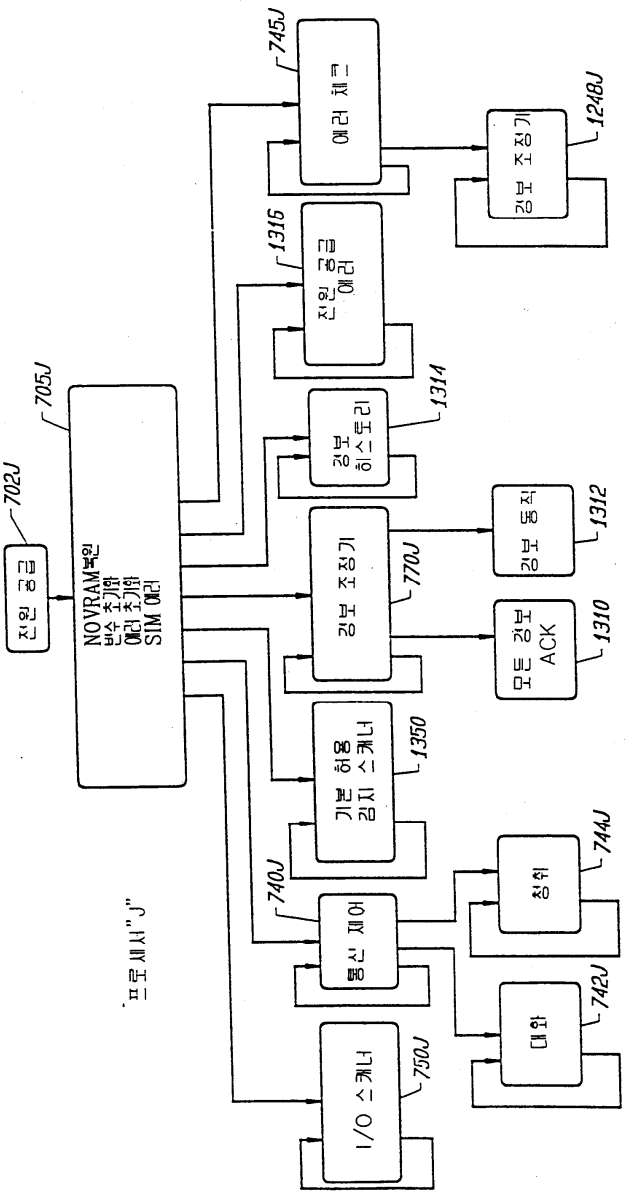
도면11b


도11a로
730E
자동으로 감
1180
캐소드 저 진원
가스 오프
HIVACS 조절
자동 초기화
732E
수동으로 감
830E
HIVACS 조절
832E
이송 모니터 초기화
772E
모드 에러 스캐너
진원 공급 에러 스캐너
도어 에러 스캐너
모터 및 감지 에러 스캐너
아르곤 입력 에러 스캐너
770E
776E
에러 스캔 데이터
아니오
예
734E
서버스로 감
853E
입력 리사
842E
프로세서 정지
843E
HOVACS 개방
가스 오프
844E
서버스 이송 제어
872E-2
챔버 17
챔버 18
챔버 19
챔버 20
872E-1
챔버 13
챔버 14
챔버 15
챔버 16
866E
이송 준비
868E
이송 OK?
예
아니오
870E-2
수집 LOC 17
수집 LOC 18
수집 LOC 19
수집 LOC 20
870E-1
수집 LOC 13
수집 LOC 14
수집 LOC 15
수집 LOC 16
2800
PROC-13
2900
PROC CARBON
3000
PROC-18
3100
PROC-19
3200
PROC-20
880E
소프트 웨어 INP
소프트 웨어 MID
소프트 웨어 OUT
(타임 모드)
885E
이송 모니터
(타임 모드)
884E
소프트 웨어 INP
소프트 웨어 MID
소프트 웨어 OUT
(ENC 모드)
883E
이송 모니터
(ENC 모드)
아니오
예
엔코더

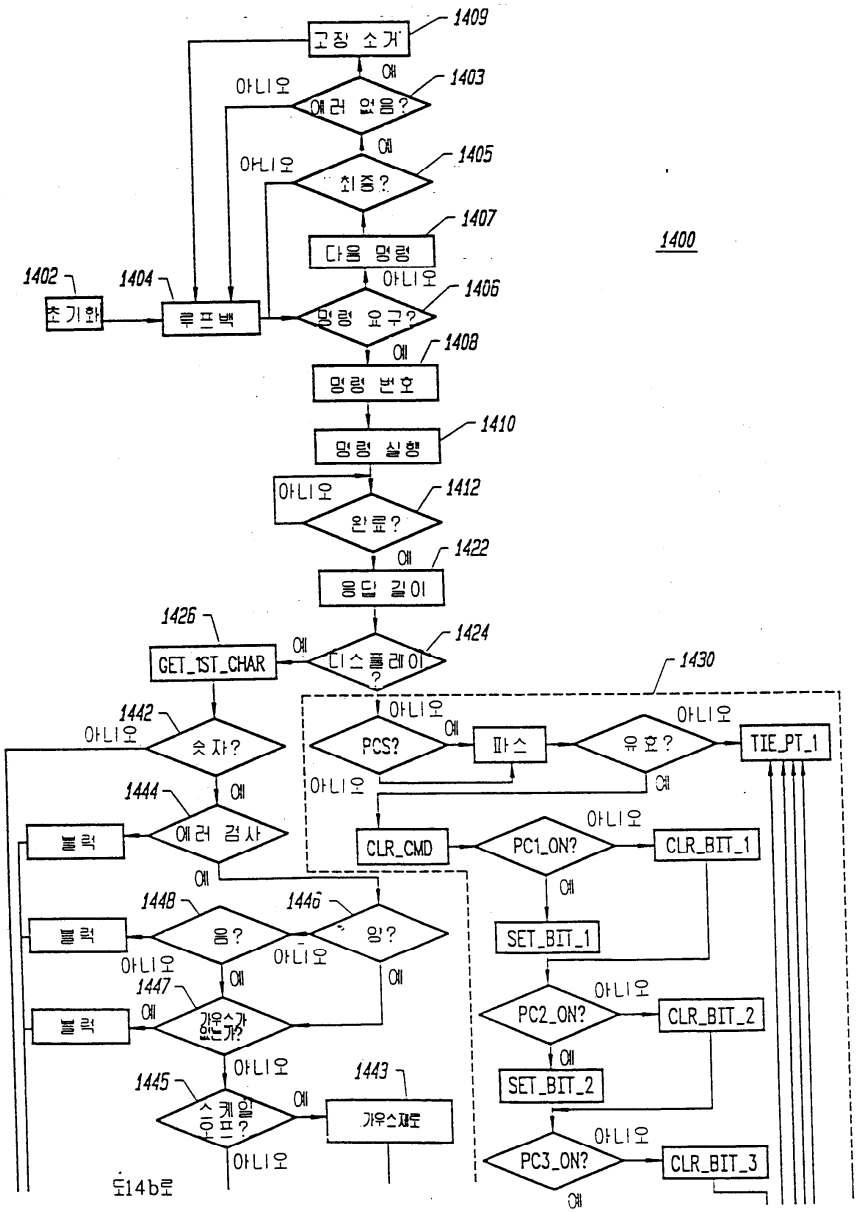
도면12


전원 공급
7026
에러 초기화
1205
I/O 스캐너
750G
모터 허용
815G
통신 제어
740G
I/O 스캐너
750G
대화
742G
청취
744G
모드 제어
725G
I/O 맵퍼
822G
에러 체크
745G
강보 조정기
1248G
서비스로 김
734G
이송 차트 정지
1242
로봇 3 핸드 세이크
로봇 5 핸드 세이크
로봇 7 핸드 세이크
자동으로 김
730G
서보 3 자동 모드
1283
서보 5 자동 모드
1285
서보 7 자동 모드
1287
서보 3 서비스 모드
1293
서보 5 서비스 모드
1295
서보 7 서비스 모드
1297
INDEXER 2
1272
INDEXER 8
1278
이송
1266

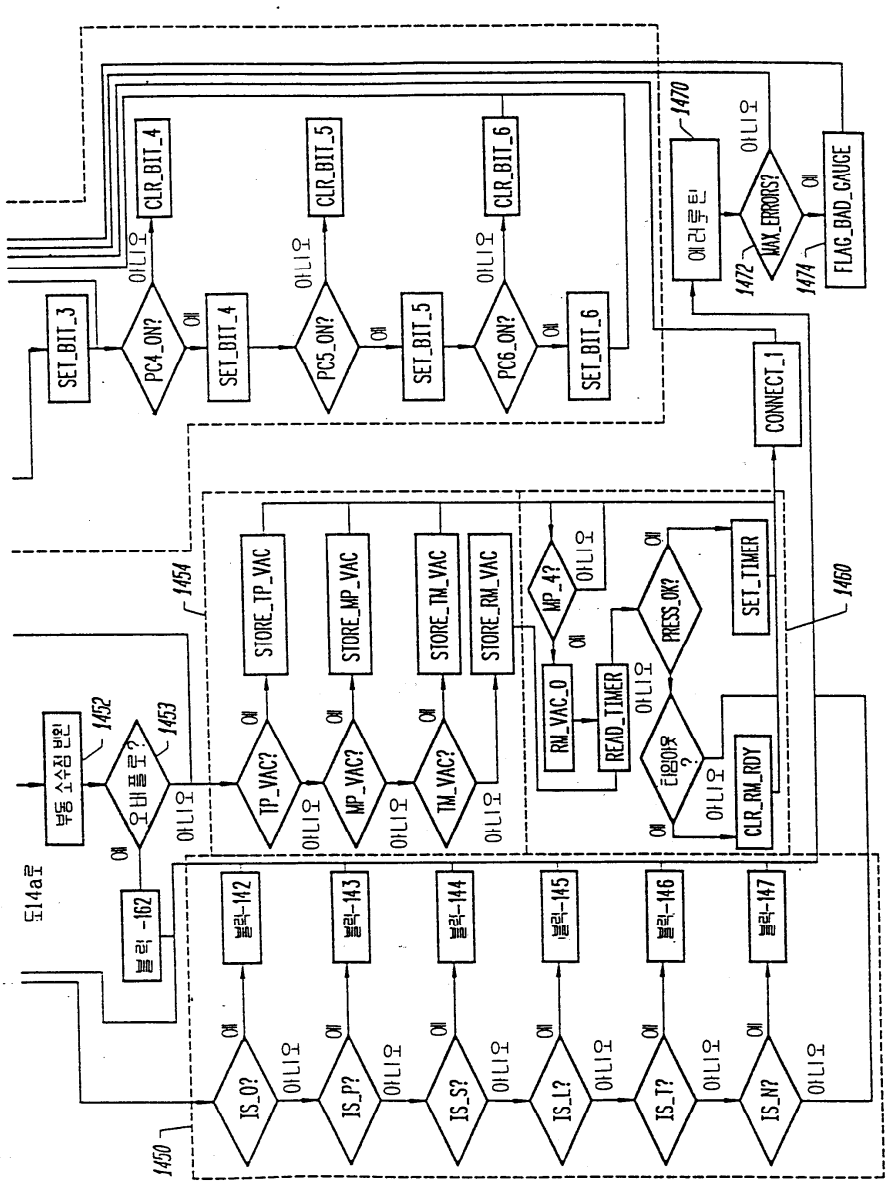
도면13


프로세서"J"
전원 공급
702J
NOVRAM복원
넘수 초기화
에러 초기화
SIM 에러
705J
에러 체크
745J
전원 공급 에러
1316
감보 히스토리
1314
감보 조정기
770J
기본 허용 감지 스케너
1350
통신 제어
740J
I/O 스케너
750J
모든 감보 ACK
1310
감보 동작
1312
감보 조정기
1248J
청취
744J
대화
742J

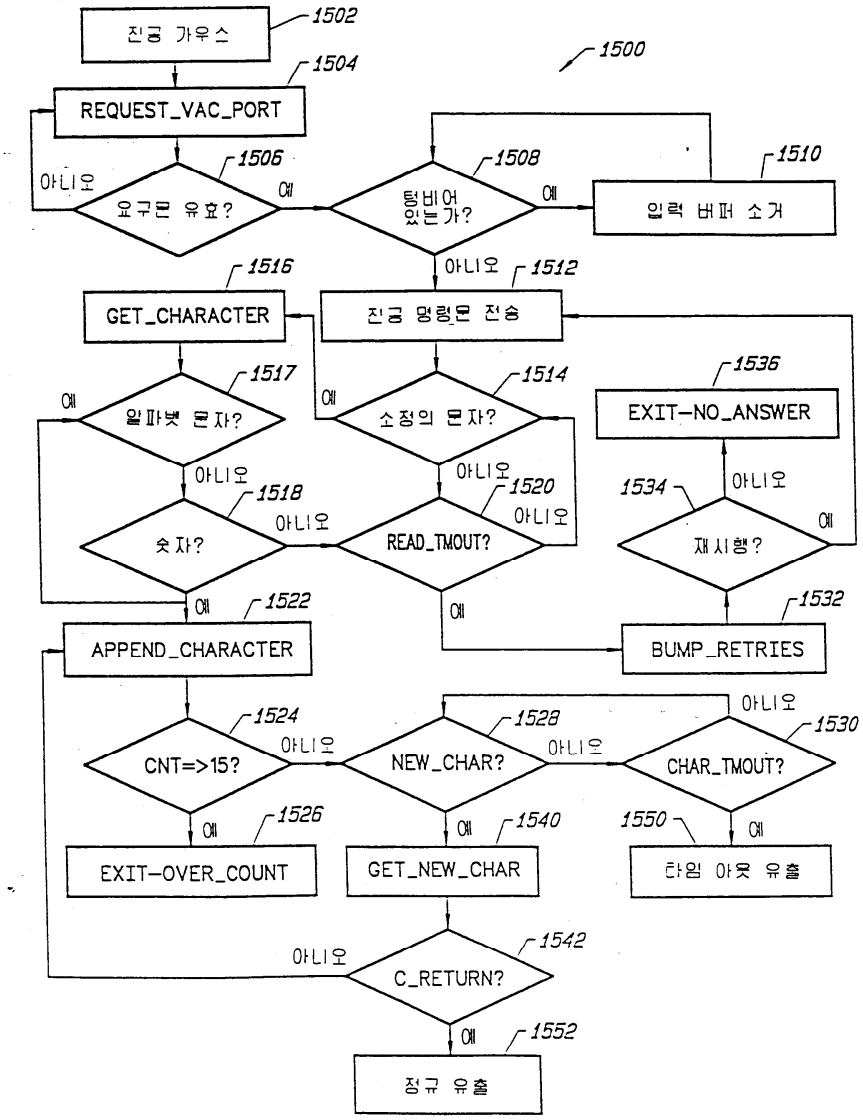
도면14a


1400
1402
초기화
1404
루프백
1403
에러 없음?
1405
최종?
1406
명령 요구?
1407
다음 명령
1408
명령 번호
1409
고정 소거
1410
명령 실행
1412
완료?
1422
응답 길이
1424
디스플레이?
1426
GET_1ST_CHAR
1430
PCS?
패스
유효?
TIE_PT_1
CLR_CMD
PC1_ON?
CLR_BIT_1
SET_BIT_1
PC2_ON?
CLR_BIT_2
SET_BIT_2
PC3_ON?
CLR_BIT_3
1442
숫자?
1444
에러 검사
블럭
1448
음?
1446
양?
1447
가우스가 없는가?
1445
스케일 오프?
1443
가우스제로
도14b로
예
아니오

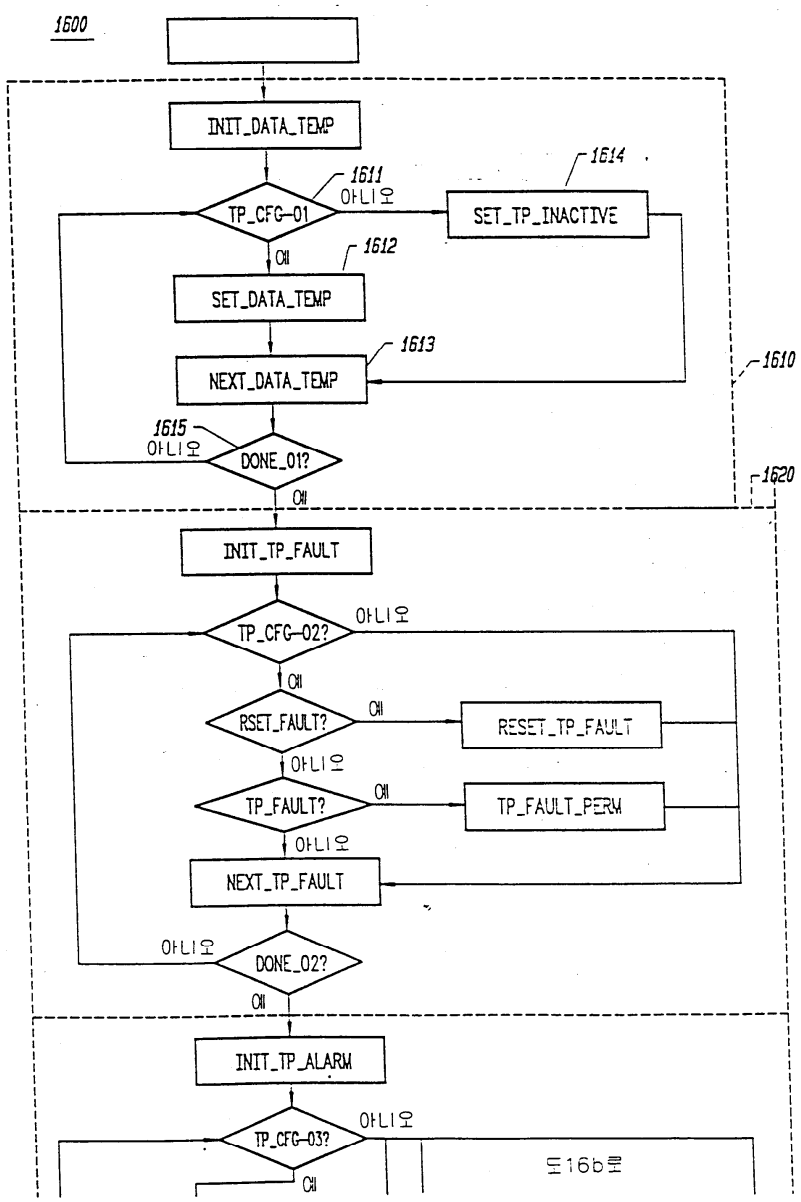
도면14b


SET_BIT_3
PC4_ON?
CLR_BIT_4
SET_BIT_4
PC5_ON?
CLR_BIT_5
SET_BIT_5
PC6_ON?
CLR_BIT_6
SET_BIT_6
1470
에러루틴
MAX_ERRORS?
1472
1474
FLAG_BAD_GAUGE
CONNECT_1
1460
1454
STORE_TP_VAC
STORE_MP_VAC
STORE_TM_VAC
STORE_RM_VAC
MP_4?
RM_VAC_0
READ_TIMER
PRESS_OK?
SET_TIMER
타임아웃?
CLR_RM_RDY
TP_VAC?
MP_VAC?
TM_VAC?
부동 소수점 반환
1452
오버플로?
1453
블락-162
도14a로
블락-142
블락-143
블락-144
블락-145
블락-146
블락-147
IS_O?
IS_P?
IS_S?
IS_L?
IS_T?
IS_N?
1450
예
아니오

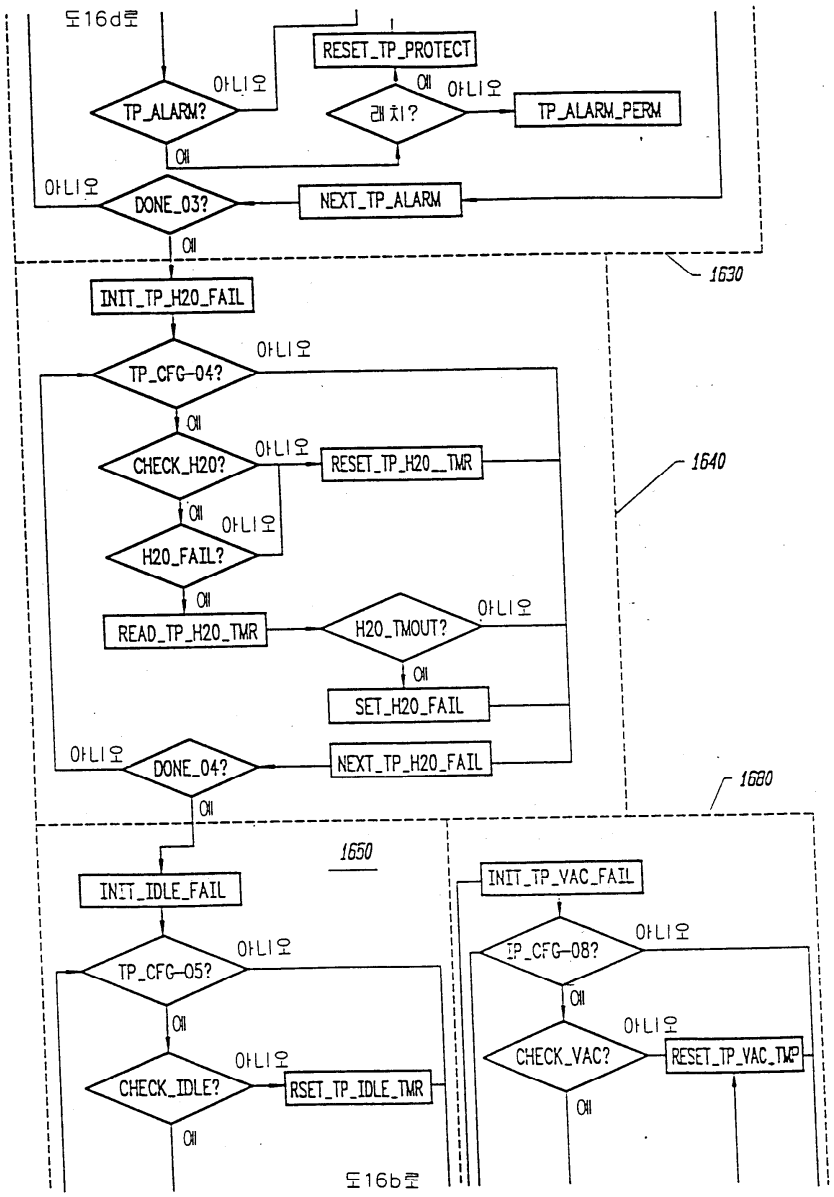
도면15


진공 가우스
1502
1500
1504
REQUEST_VAC_PORT
1506
아니오
요구된 유효?
예
1508
텀비어 있는가?
예
1510
입력 버퍼 소거
아니오
1512
진공 명령문 전송
1516
GET_CHARACTER
1517
예
알파벳 문자?
아니오
1518
숫자?
아니오
예
1514
예
소정의 문자?
아니오
1520
READ_TMOUT?
아니오
예
1536
EXIT-NO_ANSWER
1534
아니오
재시행?
예
1532
BUMP_RETRIES
1522
APPEND_CHARACTER
1524
CNT=>15?
아니오
예
1526
EXIT-OVER_COUNT
1528
NEW_CHAR?
아니오
예
1540
GET_NEW_CHAR
아니오
1530
CHAR_TMOUT?
1550
예
타임 아웃 유출
1542
아니오
C_RETURN?
예
1552
정규 유출

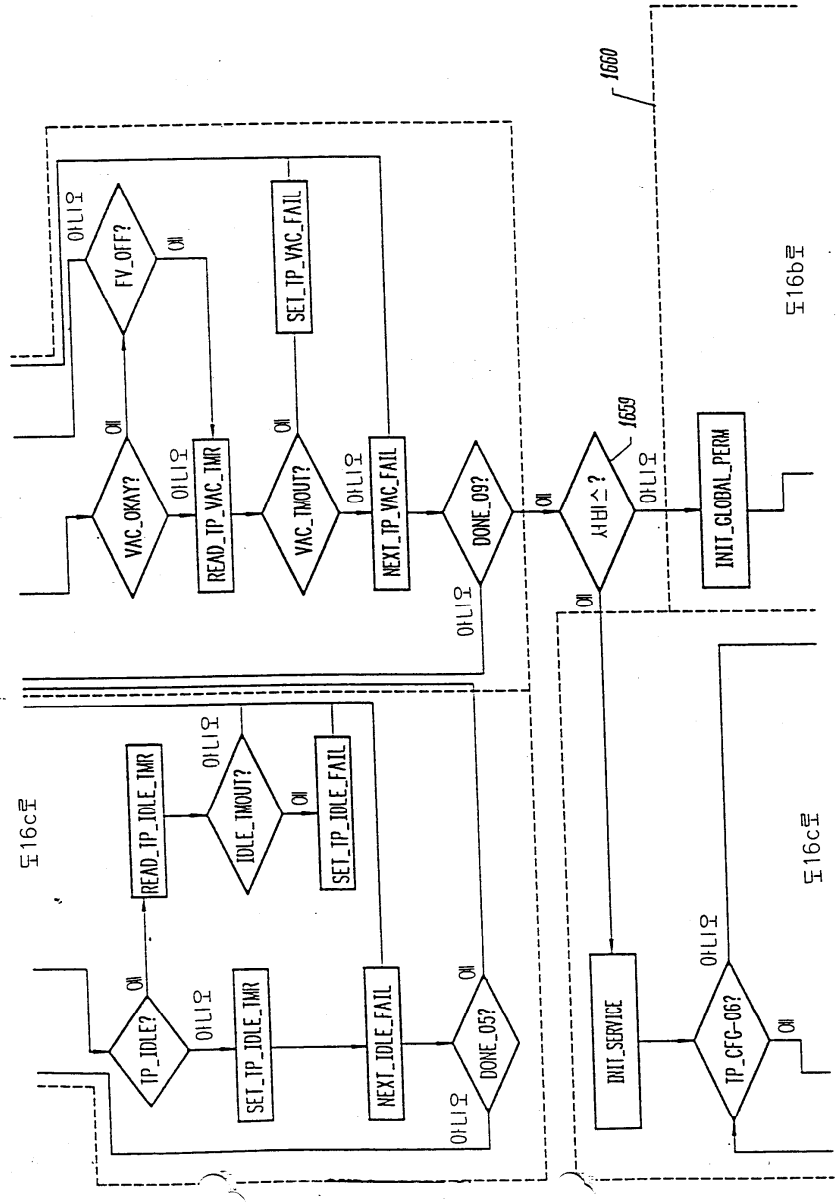
도면16a


1600
INIT_DATA_TEMP
1611
아니오
TP_CFG-01
1614
SET_TP_INACTIVE
예
1612
SET_DATA_TEMP
1613
NEXT_DATA_TEMP
1610
1615
아니오
DONE_01?
예
1620
INIT_TP_FAULT
아니오
TP_CFG-02?
예
RSET_FAULT?
예
RESET_TP_FAULT
아니오
TP_FAULT?
예
TP_FAULT_PERM
아니오
NEXT_TP_FAULT
아니오
DONE_02?
예
INIT_TP_ALARM
아니오
TP_CFG-03?
예
도16b로

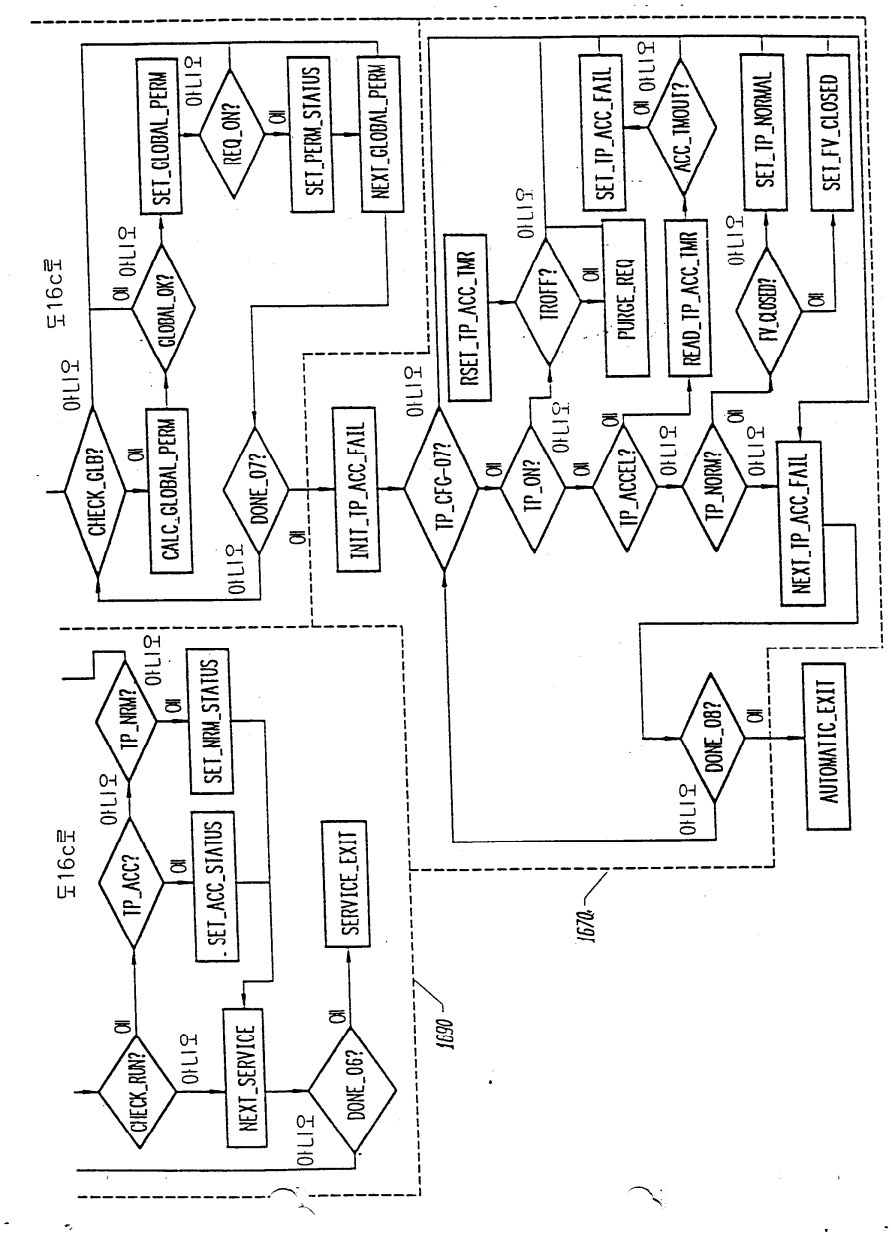
도면16b


도16d로
RESET_TP_PROTECT
TP_ALARM?
아니오
예
래치?
아니오
TP_ALARM_PERM
예
아니오
DONE_03?
NEXT_TP_ALARM
예
1630
INIT_TP_H2O_FAIL
TP_CFG=04?
아니오
예
CHECK_H2O?
아니오
RESET_TP_H2O_TMR
1640
예
아니오
H2O_FAIL?
예
READ_TP_H2O_TMR
H2O_TMOUT?
아니오
예
SET_H2O_FAIL
아니오
DONE_04?
NEXT_TP_H2O_FAIL
예
1660
1650
INIT_IDLE_FAIL
TP_CFG=05?
아니오
예
CHECK_IDLE?
아니오
RSET_TP_IDLE_TMR
예
도16b로
INIT_TP_VAC_FAIL
TP_CFG=08?
아니오
예
CHECK_VAC?
아니오
RESET_TP_VAC_TMP
예

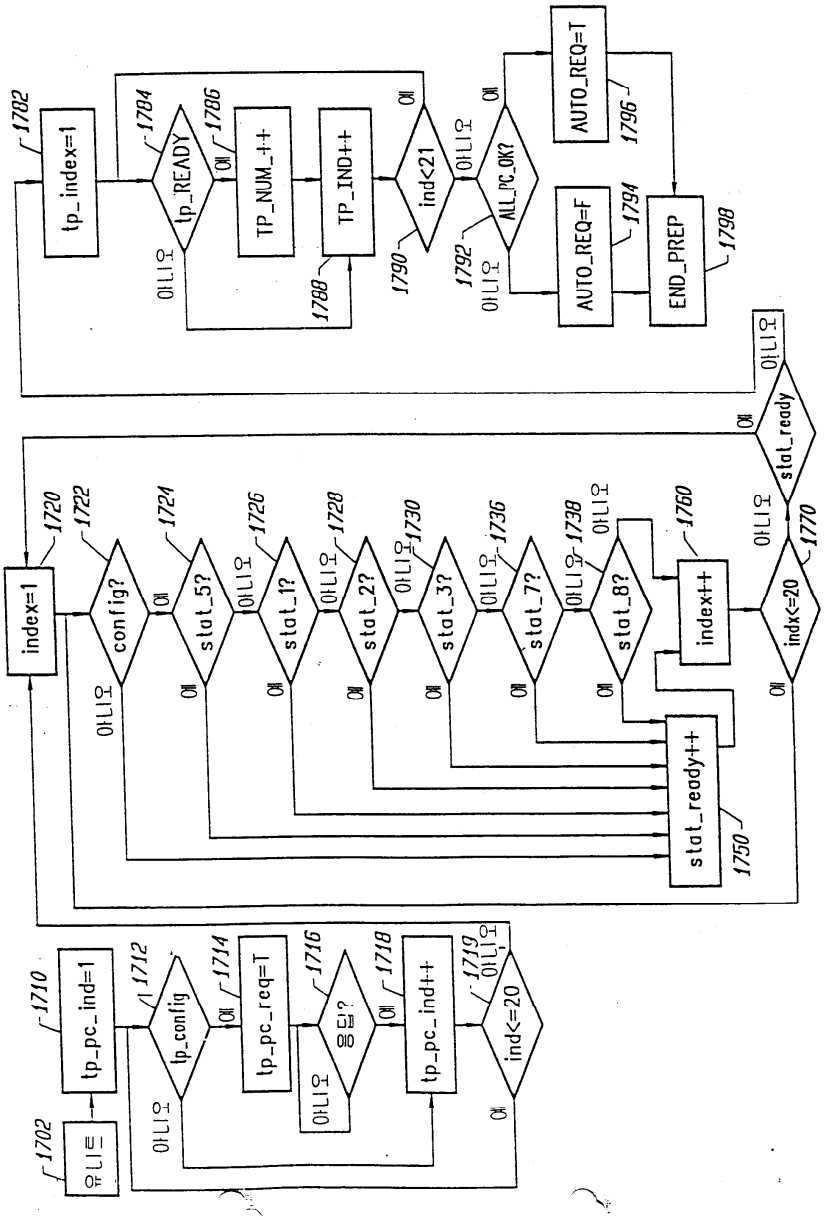
도면16c


1660
FV_OFF?
아니오
예
SET_TP_VAC_FAIL
VAC_OKAY?
READ_TP_VAC_TMR
VAC_TMOUT?
NEXT_TP_VAC_FAIL
DONE_09?
서비스?
1659
INIT_GLOBAL_PERM
도16b로
도16c로
READ_TP_IDLE_TMR
IDLE_TMOUT?
SET_TP_IDLE_FAIL
TP_IDLE?
SET_TP_IDLE_TMR
NEXT_IDLE_FAIL
DONE_05?
INIT_SERVICE
TP_CFG-06?

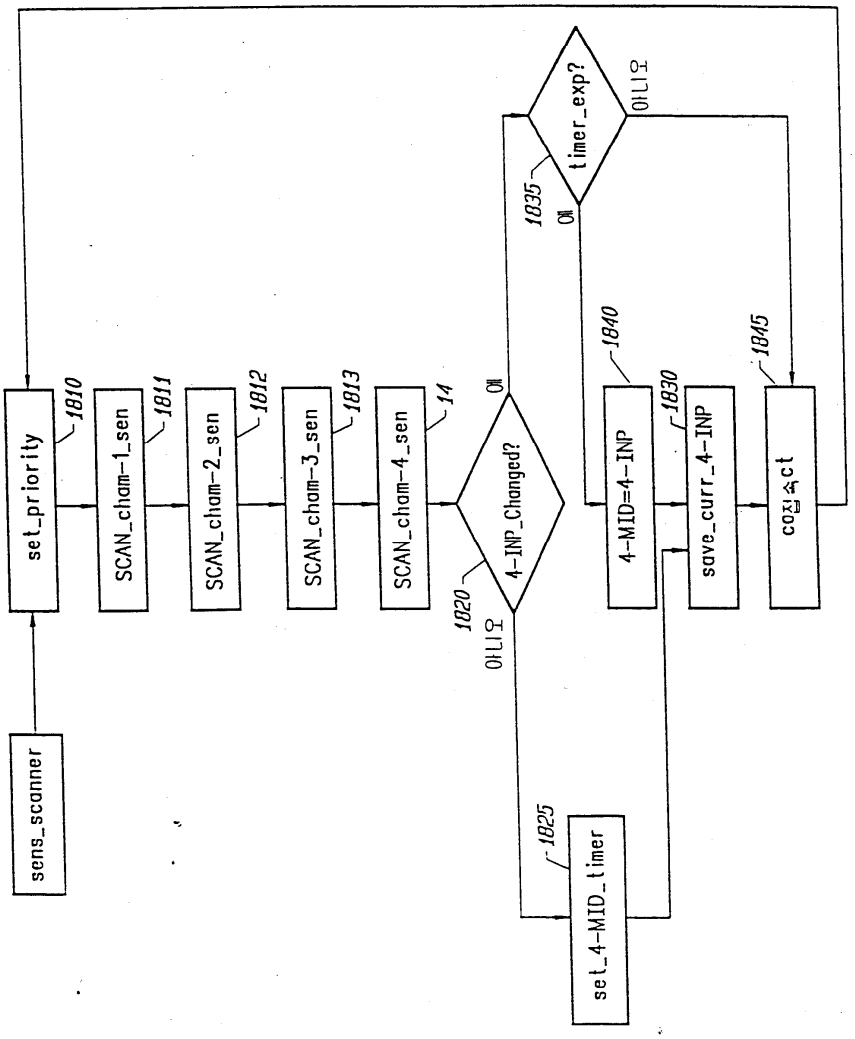
도면16d


도16c로
CHECK_GLB?
CALC_GLOBAL_PERM
GLOBAL_OK?
SET_GLOBAL_PERM
REQ_ON?
SET_PERM_STATUS
NEXT_GLOBAL_PERM
DONE_07?
INIT_IP_ACC_FAIL
TP_CFG-07?
RSET_TP_ACC_TMR
TROFF?
PURGE_REQ
TP_ON?
IP_ACCEL?
READ_IP_ACC_TMR
SET_IP_ACC_FAIL
ACC_TMOUT?
TP_NORM?
FV_CLOSED?
SET_IP_NORMAL
SET_FV_CLOSED
NEXT_IP_ACC_FAIL
DONE_08?
AUTOMATIC_EXIT
1678
1690
도16c로
TP_NRM?
SET_NRM_STATUS
TP_ACC?
SET_ACC_STATUS
CHECK_RUN?
NEXT_SERVICE
DONE_06?
SERVICE_EXIT
예
아니오

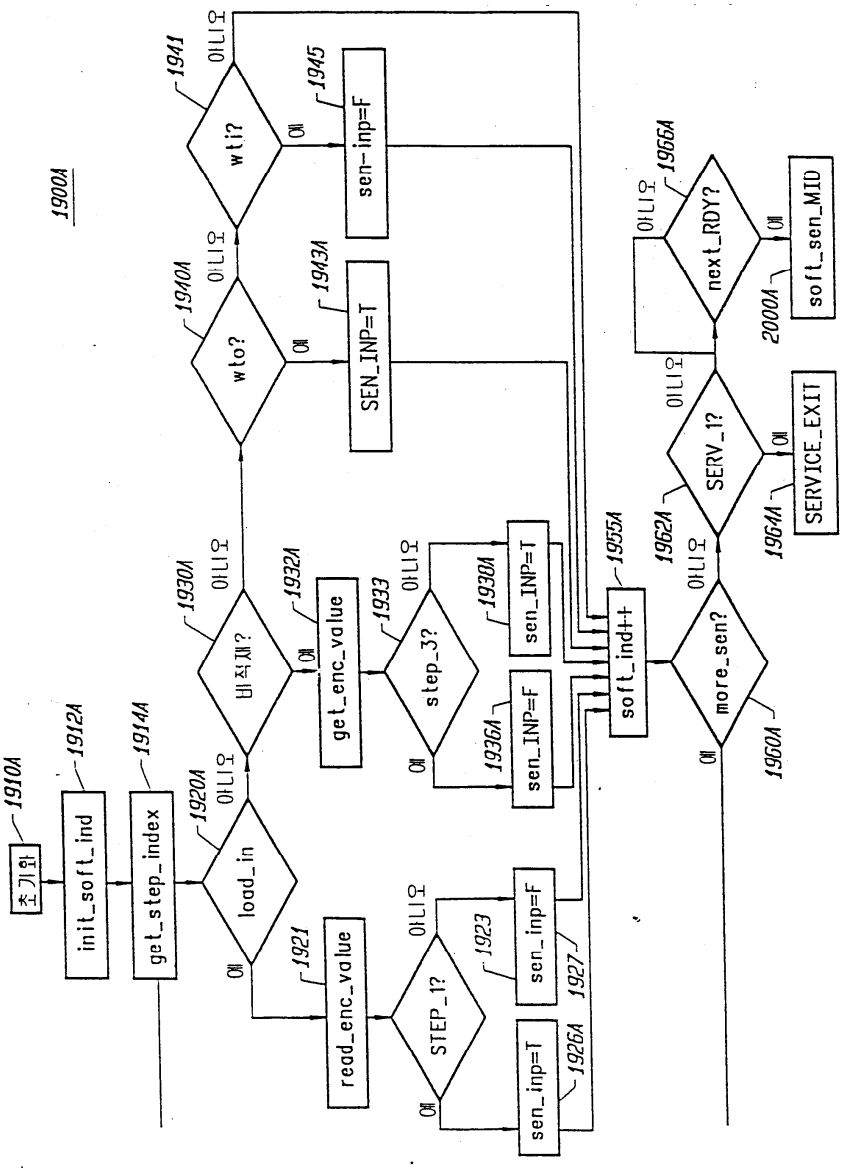
도면17


유니트
1702
tp_pc_ind=1
1710
tp_config
1712
아니오
예
tp_pc_req=T
1714
응답?
1716
아니오
예
tp_pc_ind++
1718
ind<=20
1719
아니오
예
index=1
1720
config?
1722
아니오
예
stat_5?
1724
아니오
예
stat_1?
1726
아니오
예
stat_2?
1728
아니오
예
stat_3?
1730
아니오
예
stat_7?
1736
아니오
예
stat_8?
1738
아니오
예
index++
1760
indx<=20
1770
아니오
예
stat_ready
stat_ready++
1750
tp_index=1
1782
tp_READY
1784
아니오
예
TP_NUM_++
1786
TP_IND++
1788
ind<21
1790
아니오
예
ALL_PC_OK?
1792
아니오
예
AUTO_REQ=F
1794
AUTO_REQ=T
1796
END_PREP
1798

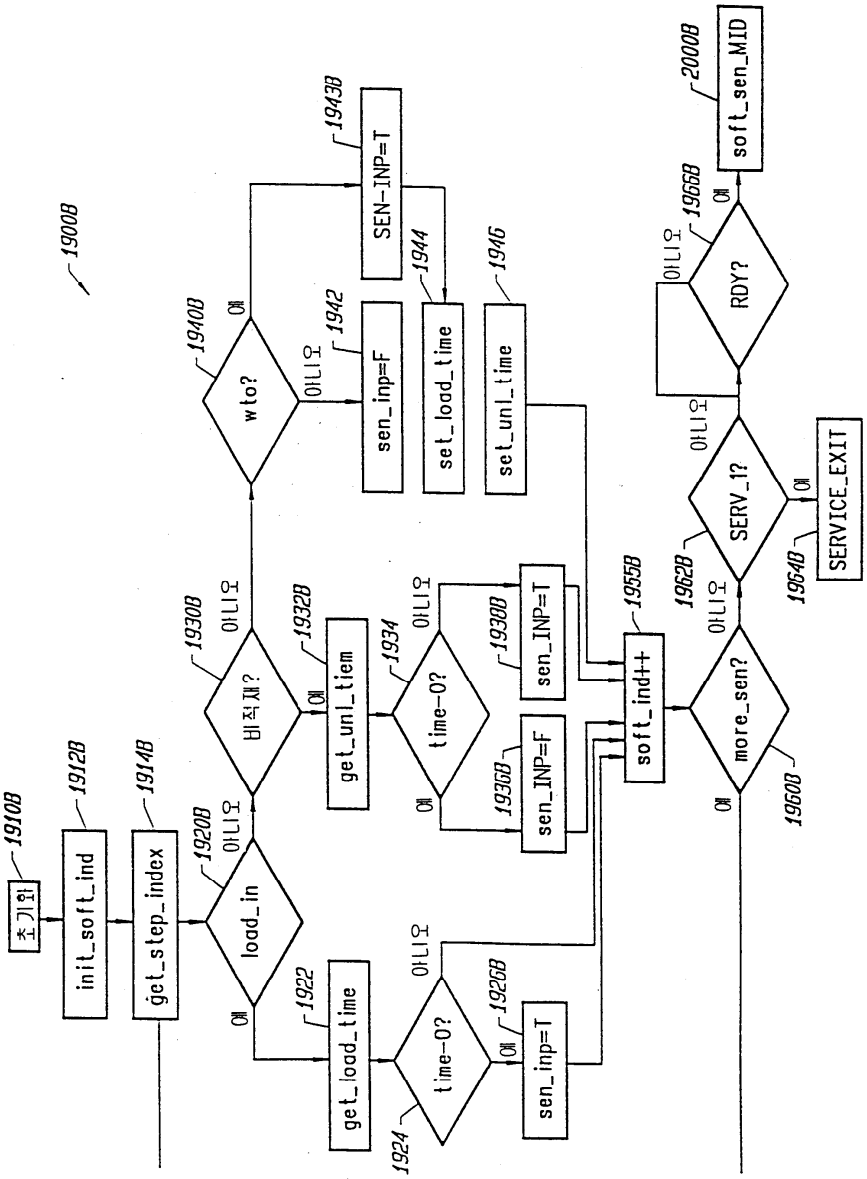
도면18


sens_scanner
set_priority
1810
SCAN_cham-1_sen
1811
SCAN_cham-2_sen
1812
SCAN_cham-3_sen
1813
SCAN_cham-4_sen
14
4-INP_Changed?
1820
아니오
예
set_4-MID_timer
1825
timer_exp?
1835
아니오
예
4-MID=4-INP
1840
save_curr_4-INP
1830
connect
1845

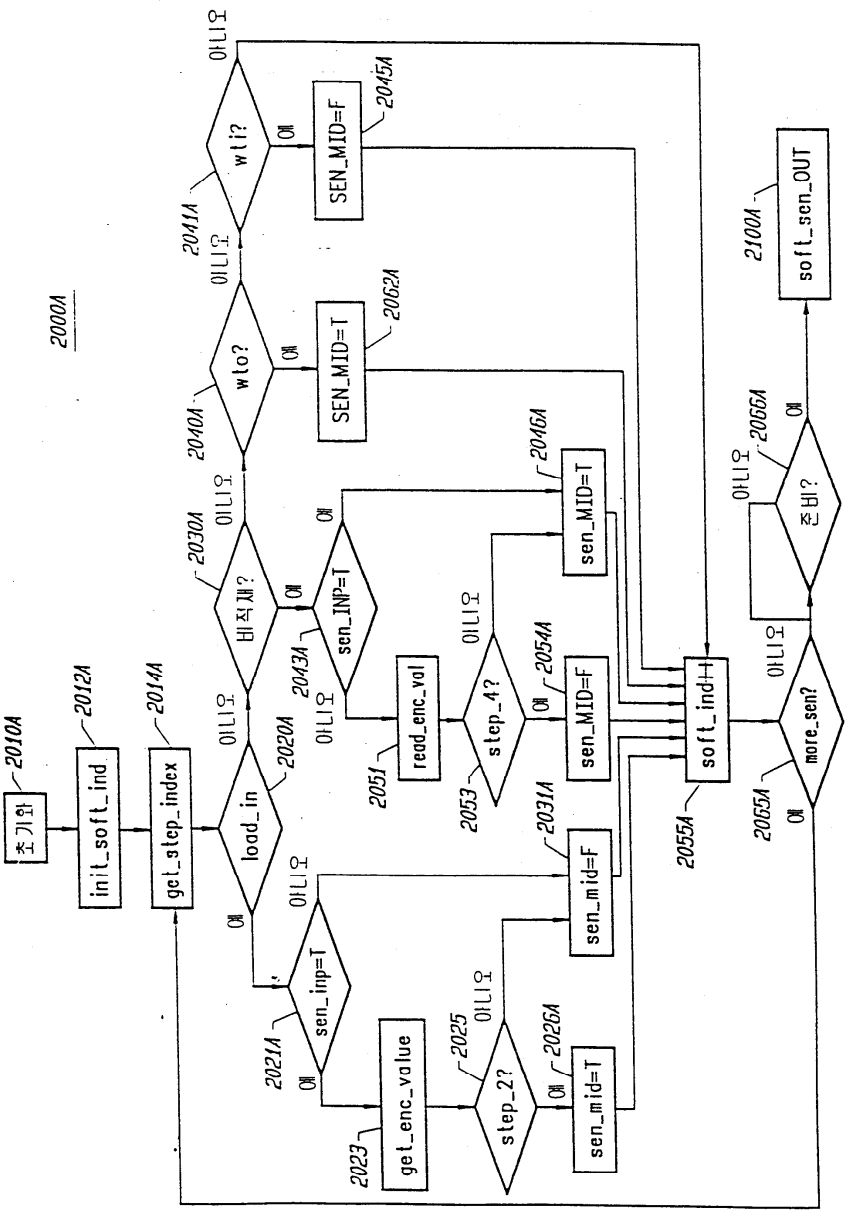
도면19a


1900A
초기화
1910A
init_soft_ind
1912A
get_step_index
1914A
load_in
1920A
read_enc_value
1921
STEP_1?
1923
sen_inp=F
1927
sen_inp=T
1926A
비적재?
1930A
get_enc_value
1932A
step_3?
1933
sen_INP=T
1930A
sen_INP=F
1936A
soft_ind++
1955A
more_sen?
1960A
SERV_1?
1962A
SERVICE_EXIT
1964A
next_RDY?
1966A
soft_sen_MID
2000A
wto?
1940A
SEN_INP=T
1943A
wti?
1941
sen-inp=F
1945
예
아니오

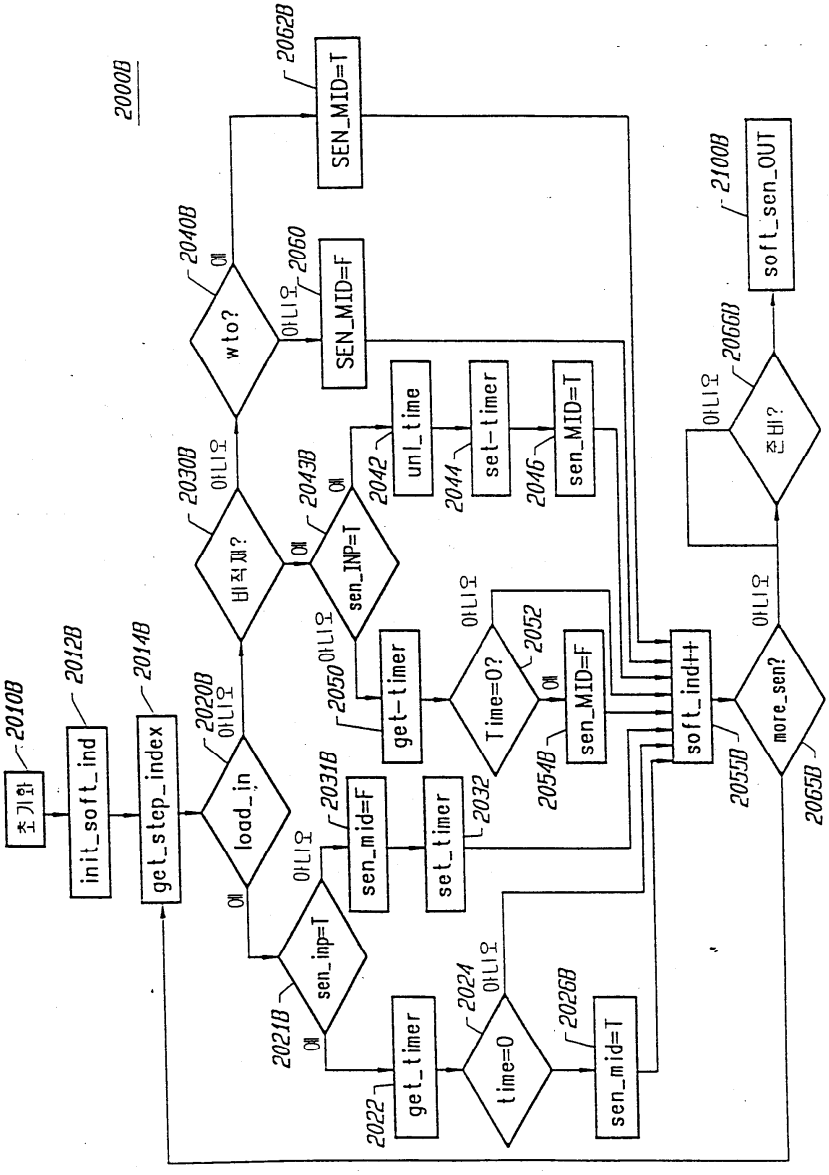
도면19b


1900B
초기화
1910B
init_soft_ind
1912B
get_step_index
1914B
load_in
1920B
아니오
예
get_load_time
1922
time-O?
1924
아니오
예
sen_inp=T
1926B
sen_INP=F
1936B
time-O?
1934
아니오
예
sen_INP=T
1938B
get_unl_tiem
1932B
비적재?
1930B
아니오
예
wto?
1940B
아니오
예
sen_inp=F
1942
set_load_time
1944
SEN-INP=T
1943B
set_unl_time
1946
soft_ind++
1955B
more_sen?
1960B
아니오
예
SERV_1?
1962B
아니오
예
SERVICE_EXIT
1964B
RDY?
1966B
아니오
예
soft_sen_MID
2000B

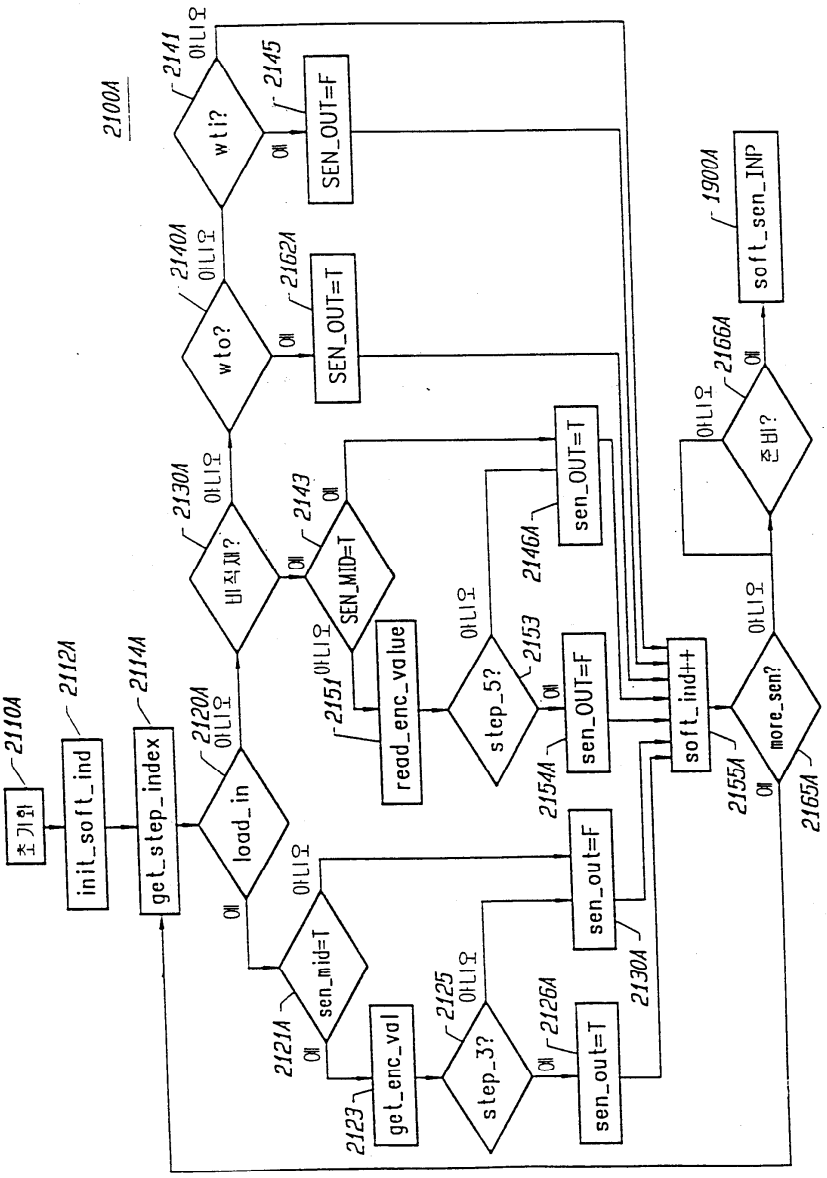
도면20a


2000A
초기화
2010A
init_soft_ind
2012A
get_step_index
2014A
load_in
2020A
sen_inp=T
2021A
get_enc_value
2023
step_2?
2025
sen_mid=T
2026A
sen_mid=F
2031A
read_enc_val
2051
step_4?
2053
sen_MID=F
2054A
soft_ind++
2055A
sen_INP=T
2043A
sen_MID=T
2046A
바적재?
2030A
wlo?
2040A
SEN_MID=T
2062A
wli?
2041A
SEN_MID=F
2045A
more_sen?
2065A
준비?
2066A
soft_sen_OUT
2100A
예
아니오

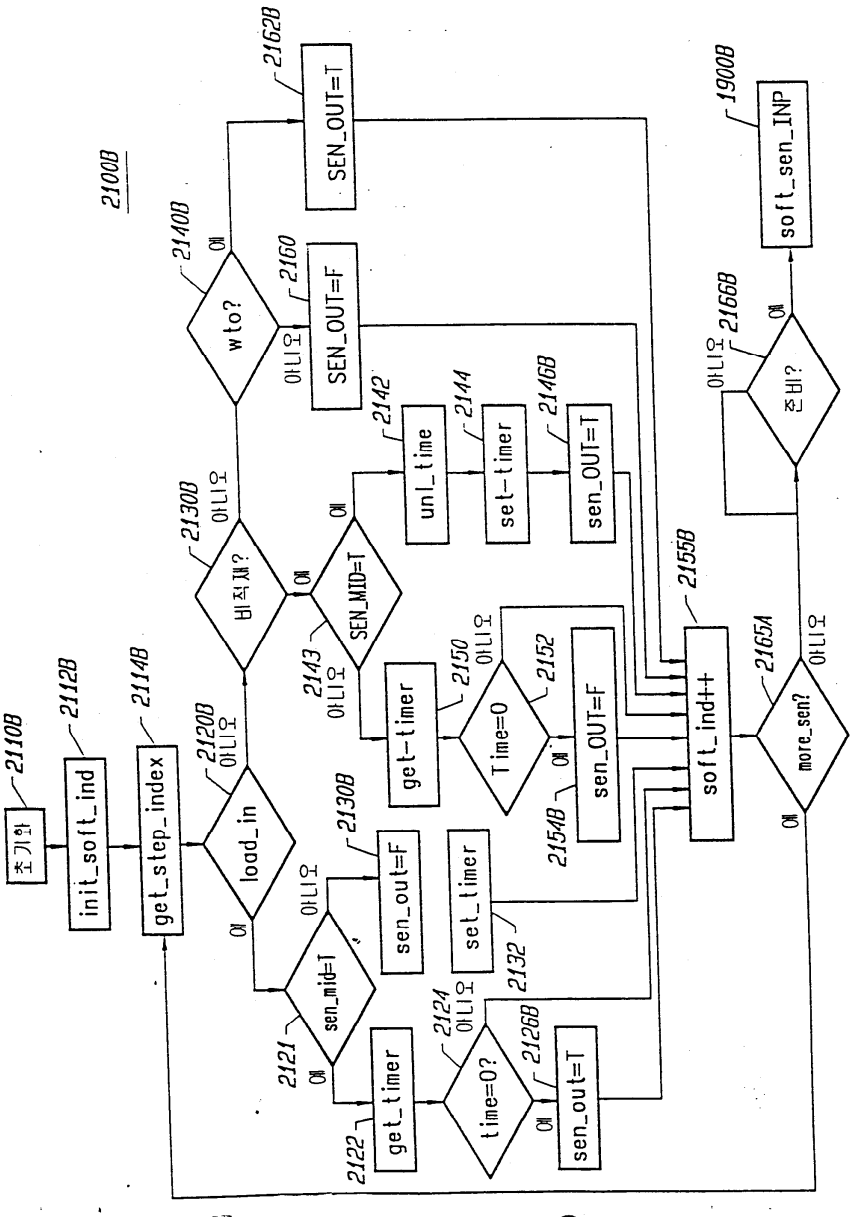
도면20b


2000B
초기화
2010B
init_soft_ind
2012B
get_step_index
2014B
load_in
2020B
아니오
예
sen_imp=T
2021B
get_timer
2022
time=0
2024
sen_mid=T
2026B
sen_mid=F
2031B
set_timer
2032
비작재?
2030B
아니오
예
sen_INP=T
2043B
get-timer
2050
Time=0?
2052
sen_MID=F
2054B
set-timer
2044
sen_MID=T
2046
unl_time
2042
wto?
2040B
아니오
예
SEN_MID=F
2060
SEN_MID=T
2062B
soft_ind++
2055B
more_sen?
2065B
아니오
준비?
2066B
아니오
soft_sen_OUT
2100B

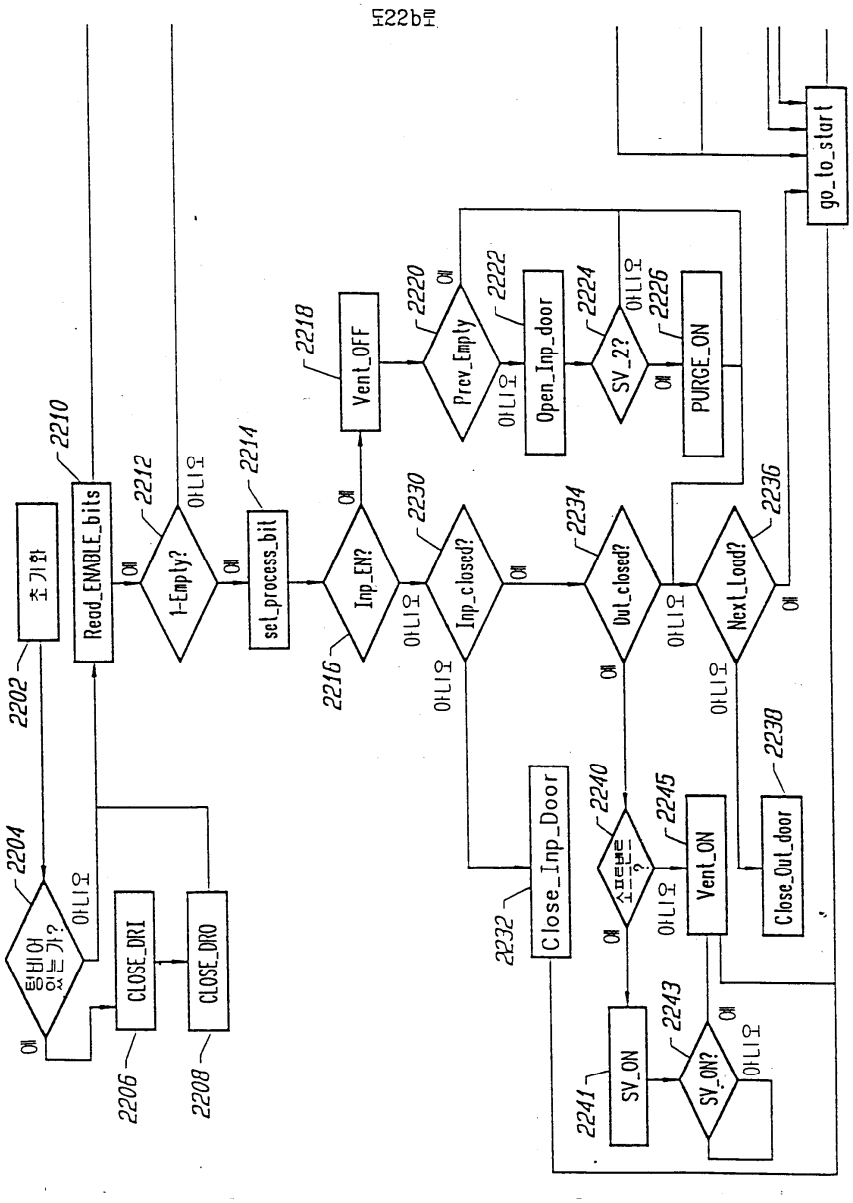
도면21a


2100A
초기화
2110A
init_soft_ind
2112A
get_step_index
2114A
load_in
2120A
아니오
예
sen_mid=T
2121A
get_enc_val
2123
step_3?
2125
아니오
예
sen_out=T
2126A
sen_out=F
2130A
비적재?
2130A
아니오
예
SEN_MID=T
2143
read_enc_value
2151
step_5?
2153
아니오
예
sen_OUT=F
2154A
sen_OUT=T
2146A
wto?
2140A
아니오
예
SEN_OUT=T
2162A
wti?
2141
아니오
예
SEN_OUT=F
2145
soft_ind++
2155A
more_sen?
2165A
아니오
예
준비?
2166A
아니오
예
soft_sen_INP
1900A

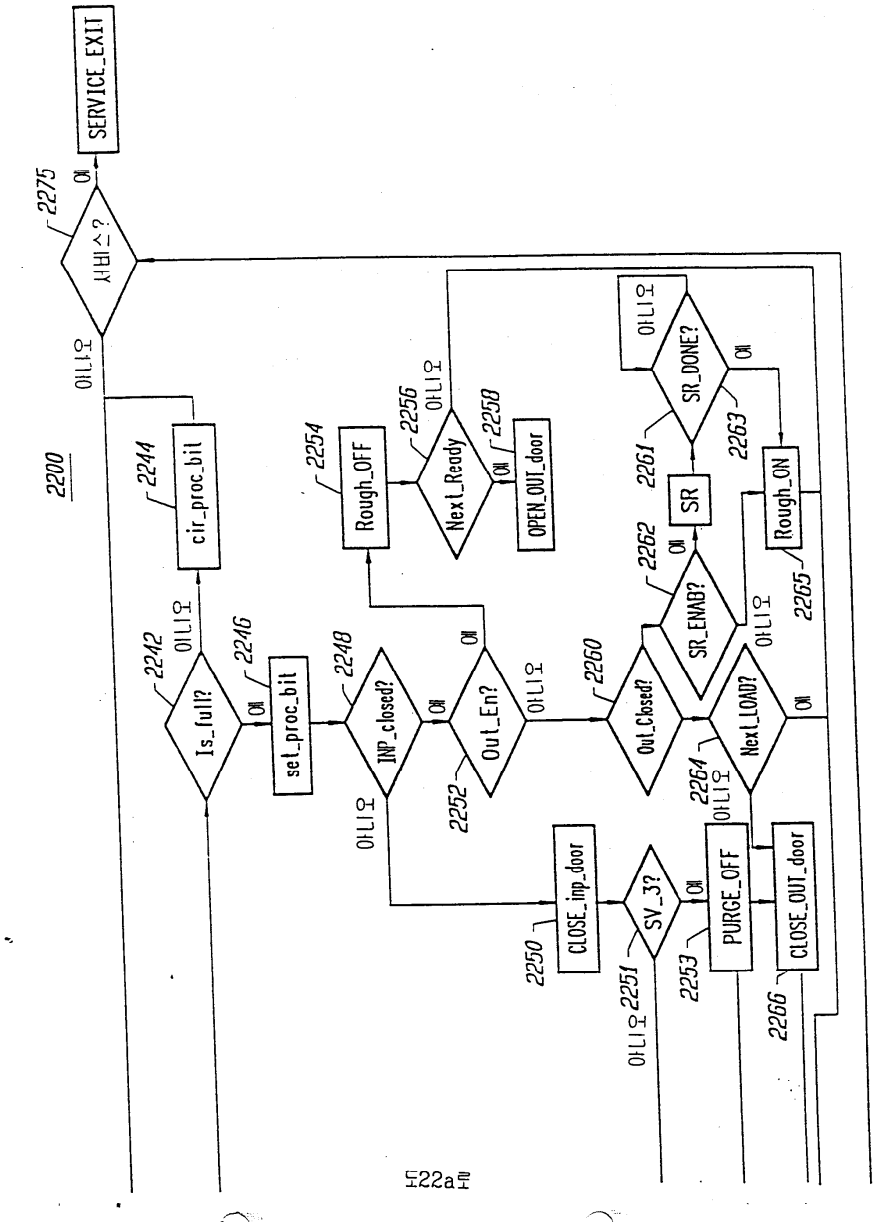
도면21b


2100B
초기화
2110B
init_soft_ind
2112B
get_step_index
2114B
load_in
2120B
아니오
예
sen_mid=T
2121
get_timer
2122
time=0?
2124
아니오
예
sen_out=T
2126B
set_timer
2132
sen_out=F
2130B
get_timer
2143
Time=0
2150
아니오
예
sen_OUT=F
2152
2154B
SEN_MID=T
아니오
예
unl_time
2142
set-timer
2144
sen_OUT=T
2146B
바적재?
2130B
아니오
예
wto?
2140B
아니오
예
SEN_OUT=F
2160
SEN_OUT=T
2162B
soft_ind++
2156B
more_sen?
2165A
아니오
예
준비?
2166B
아니오
예
soft_sen_INP
1900B

도면22a

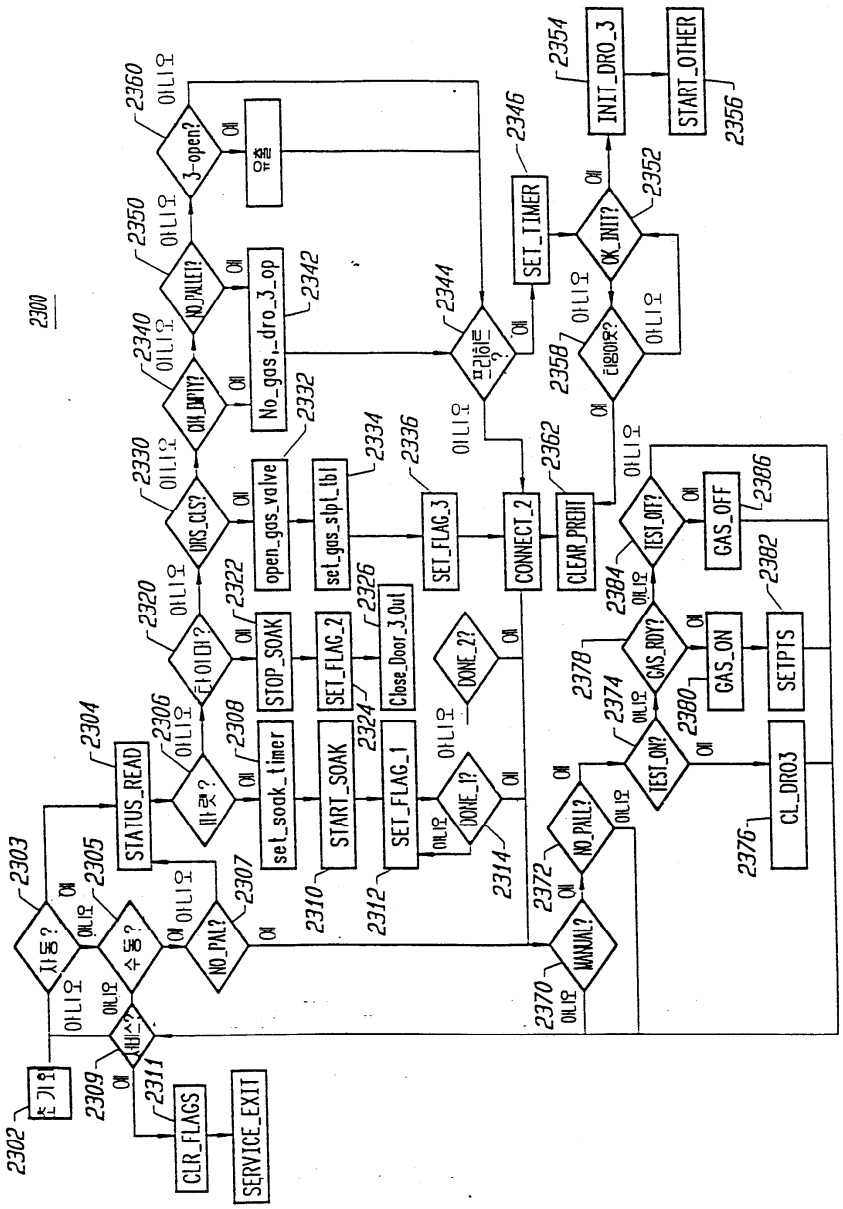

도22b로
초기화
2202
웨이퍼 있는가?
2204
예
아니오
Read_ENABLE_bits
2210
1-Empty?
2212
CLOSE_DRI
2206
CLOSE_DRO
2208
set_process_bit
2214
Inp_EN?
2216
Vent_OFF
2218
Prev_Empty
2220
Open_Inp_door
2222
SV_2?
2224
PURGE_ON
2226
Inp_closed?
2230
Dut_closed?
2234
Next_Load?
2236
Close_Inp_Door
2232
소프넷?
2240
Vent_ON
2245
Close_Out_door
2238
SV_ON
2241
SV_ON?
2243
go_to_start

도면22b

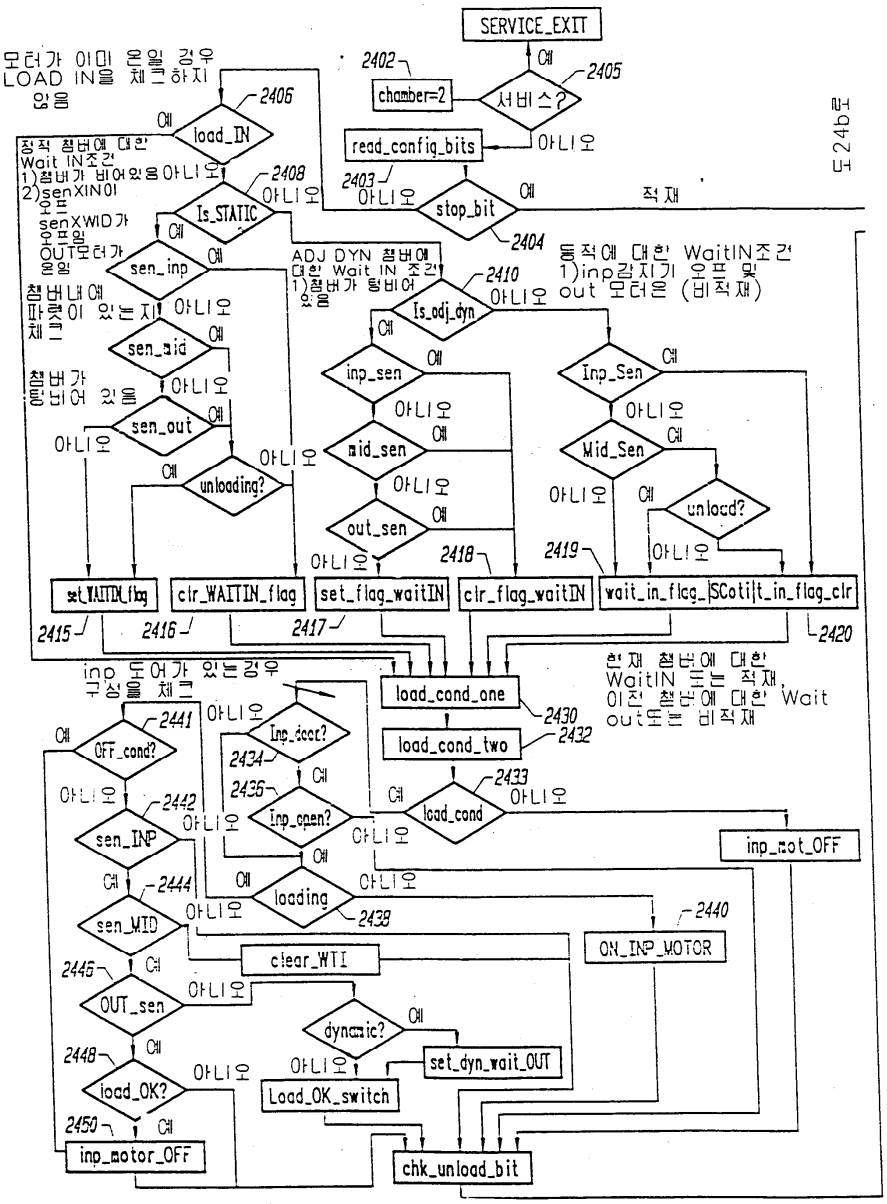

SERVICE_EXIT
2275
서비스?
예
아니오
2200
2244
cir_proc_bit
2242
Is_full?
2246
set_proc_bit
2248
INP_closed?
2252
Out_En?
2254
Rough_OFF
2256
Next_Ready
2258
OPEN_OUT_door
2260
Out_Closed?
2261
SR
2262
SR_ENAB?
2263
SR_DONE?
2264
Next_LOAD?
2265
Rough_ON
2250
CLOSE_inp_door
2251
SV_3?
2253
PURGE_OFF
2266
CLOSE_OUT_door

도22a로

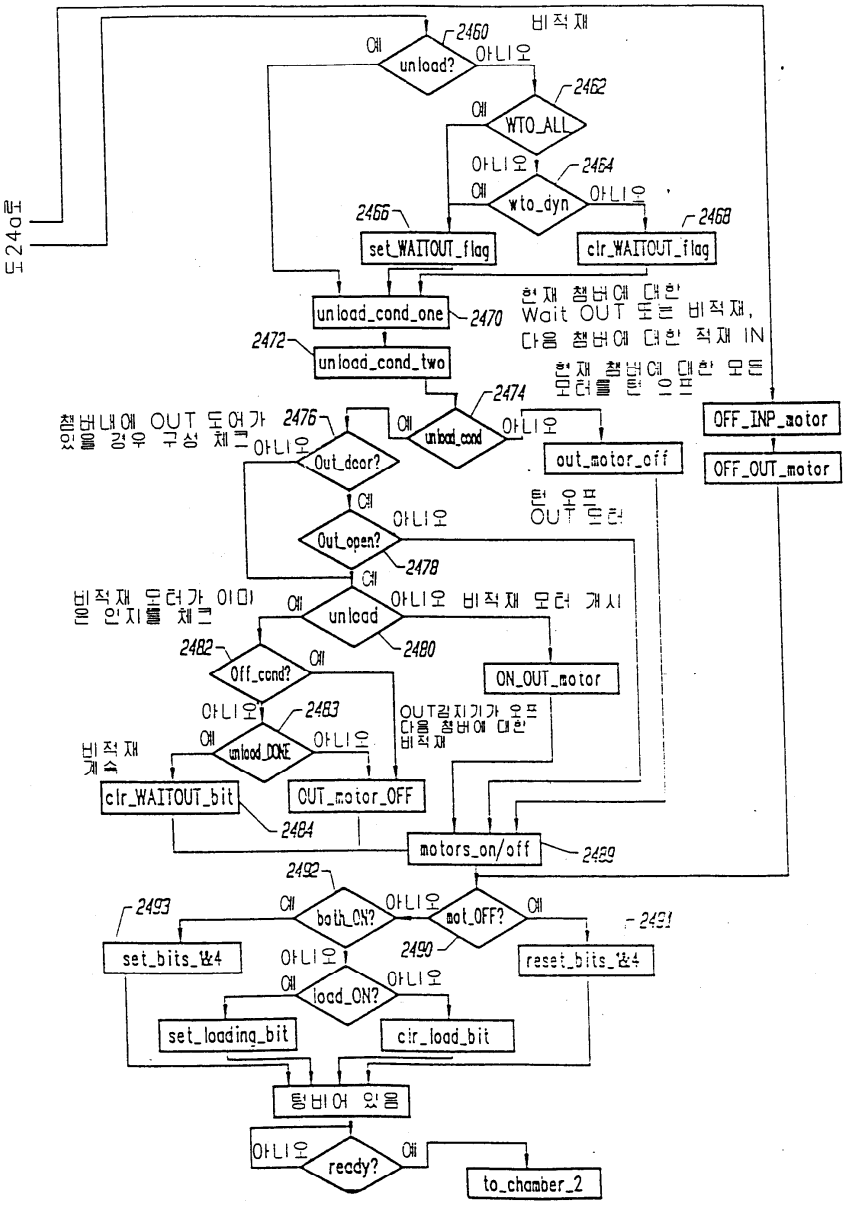
도면23


2300
2302
초기화
2303
자동?
2304
STATUS_READ
2305
수동?
2306
서비스?
2307
NO_PAL?
2308
set_soak_timer
2309
서비스?
2310
START_SOAK
2311
CLR_FLAGS
SERVICE_EXIT
2312
SET_FLAG_1
2314
DONE_1?
2320
타이머?
2322
STOP_SOAK
2324
SET_FLAG_2
2326
Close_Door_3_Out
DONE_2?
2330
DRS_CLS?
2332
open_gas_valve
2334
set_gas_slpt_tbl
2336
SET_FLAG_3
2340
CHK_EMPTY?
2342
No_gas_dro_3_op
2344
프리히트?
2346
SET_TIMER
2350
NO_PALLET?
2352
OK_INIT?
2354
INIT_DRO_3
2356
START_OTHER
2358
타임아웃?
2360
3-open?
유출
2362
CONNECT_2
CLEAR_PREHT
2370
MANUAL?
2372
NO_PAL?
2374
TEST_ON?
2376
CL_DRO3
2378
GAS_RDY?
2380
GAS_ON
2382
SETPTS
2384
TEST_OFF?
2386
GAS_OFF
예
아니오

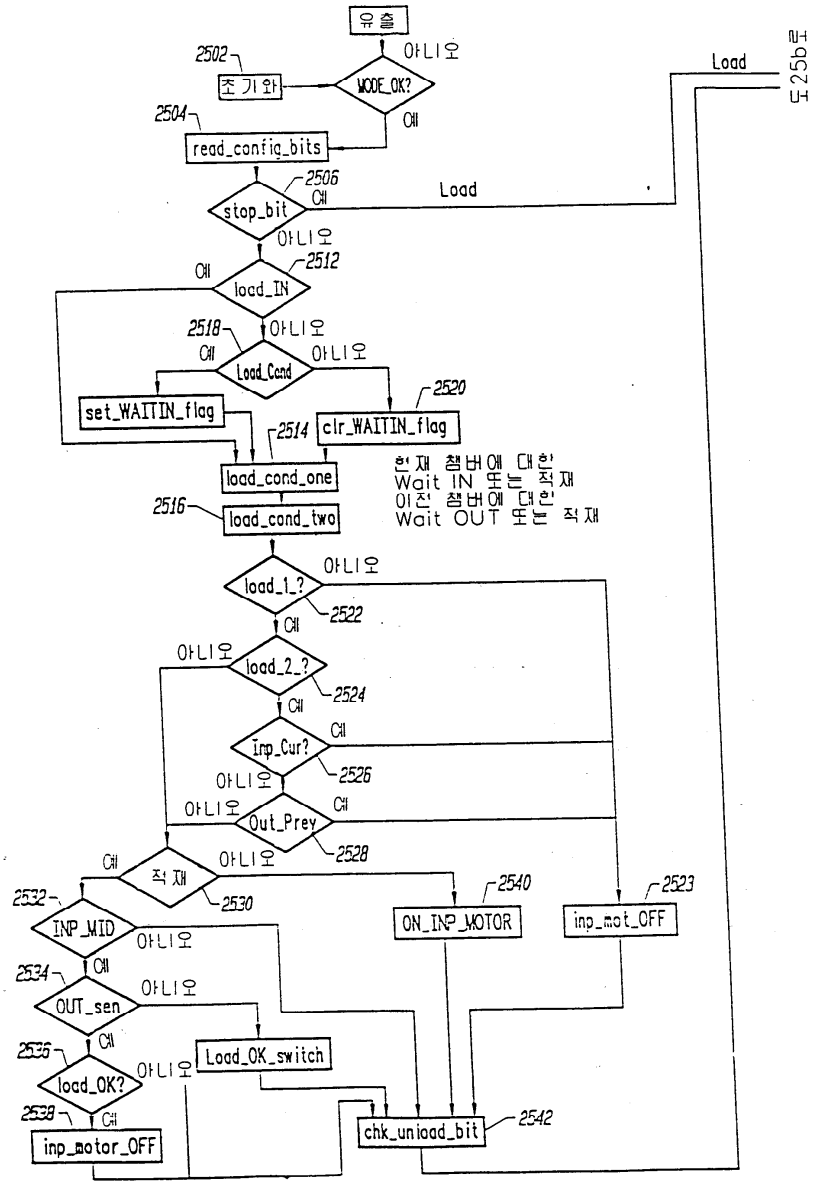
도면24a


SERVICE_EXIT
예
2402
chamber=2
서비스?
2405
아니오
read_config_bits
2403
아니오
stop_bit
예
적재
2404
도24b로
모터가 이미 온일 경우 LOAD IN을 체크하지 않음
2406
load_IN
예
아니오
정적 챔버에 대한 Wait IN조건
1)챔버가 비어있음
2)senXIN이 오프
senXWID가 오프임
OUT모터가 온임
2408
Is_STATIC
아니오
예
sen_inp
예
챔버내에 파렛이 있는지 체크
아니오
sen_mid
예
챔버가 탕비어 있음
아니오
sen_out
예
아니오
unloading?
예
아니오
ADJ DYN 챔버에 대한 Wait IN 조건
1)챔버가 탕비어 있음
2410
Is_adj_dyn
아니오
동적에 대한 WaitIN조건
1)inp감지기 오프 및 out 모터은 (비적재)
예
inp_sen
예
아니오
mid_sen
예
아니오
out_sen
예
아니오
Inp_Sen
예
아니오
Mid_Sen
예
아니오
unload?
예
아니오
2418
2419
set_WAITIN_flag
clr_WAITIN_flag
set_flag_waitIN
clr_flag_waitIN
wait_in_flag_SCoti|t_in_flag_clr
2415
2416
2417
2420
inp 도어가 있는경우 구성을 체크
load_cond_one
2430
load_cond_two
2432
현재 챔버에 대한 WaitIN 또는 적재, 이전 챔버에 대한 Wait out또는 비적재
2441
OFF_cond?
예
아니오
2442
sen_INP
예
아니오
2444
sen_MID
아니오
2446
OUT_sen
예
아니오
2448
load_OK?
아니오
2450
inp_motor_OFF
아니오
Inp_door?
2434
예
2436
Inp_open?
예
아니오
2433
load_cond
예
아니오
inp_mot_OFF
예
loading
2438
아니오
2440
ON_INP_MOTOR
clear_WTI
dynamic?
예
아니오
set_dyn_wait_OUT
Load_OK_switch
chk_unload_bit

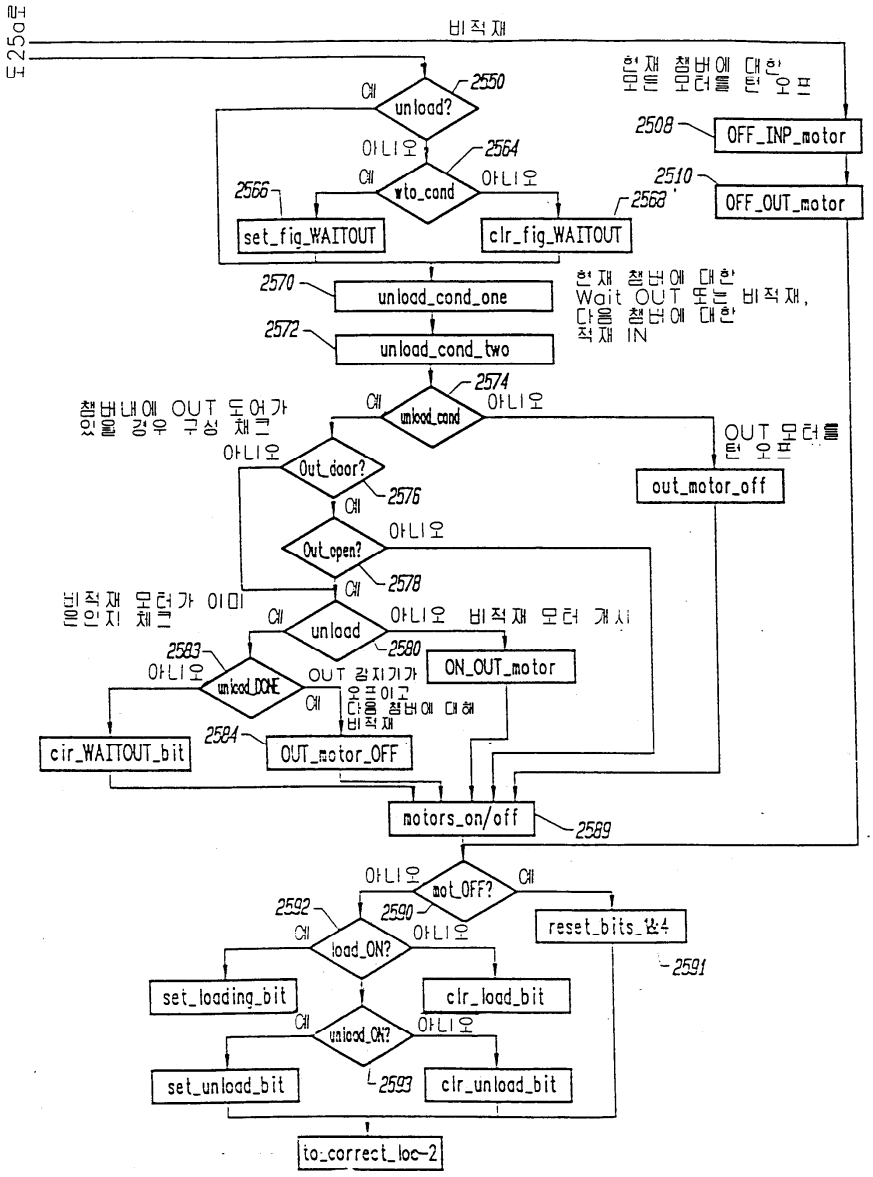
도면24b


도24a로
비적재
2460
unload?
예
아니오
2462
WTO_ALL
2464
wto_dyn
2466
set_WAITOUT_flag
2468
clr_WAITOUT_flag
unload_cond_one
2470
현재 챔버에 대한
Wait OUT 도어 비적재,
다음 챔버에 대한 적재 IN
2472
unload_cond_two
현재 챔버에 대한 모든
모터를 턴 오프
2474
unload_cond
OFF_INP_motor
OFF_OUT_motor
out_motor_off
챔버내에 OUT 도어가 있을 경우 구성 체크
2476
Out_door?
턴 오프
OUT 도어
Out_open?
2478
비적재 도어가 이미 열린지를 체크
unload
아니오 비적재 모터 개시
2480
2482
Off_cond?
ON_OUT_motor
2483
unload_DONE
OUT검지기가 오프
다음 챔버에 대한
비적재
비적재 실시
clr_WAITOUT_bit
OUT_motor_OFF
2484
motors_on/off
2489
2492
both_ON?
mot_OFF?
2493
2491
2490
set_bits_#4
reset_bits_#4
load_ON?
set_loading_bit
clr_load_bit
팅비어 있음
ready?
to_chamber_2

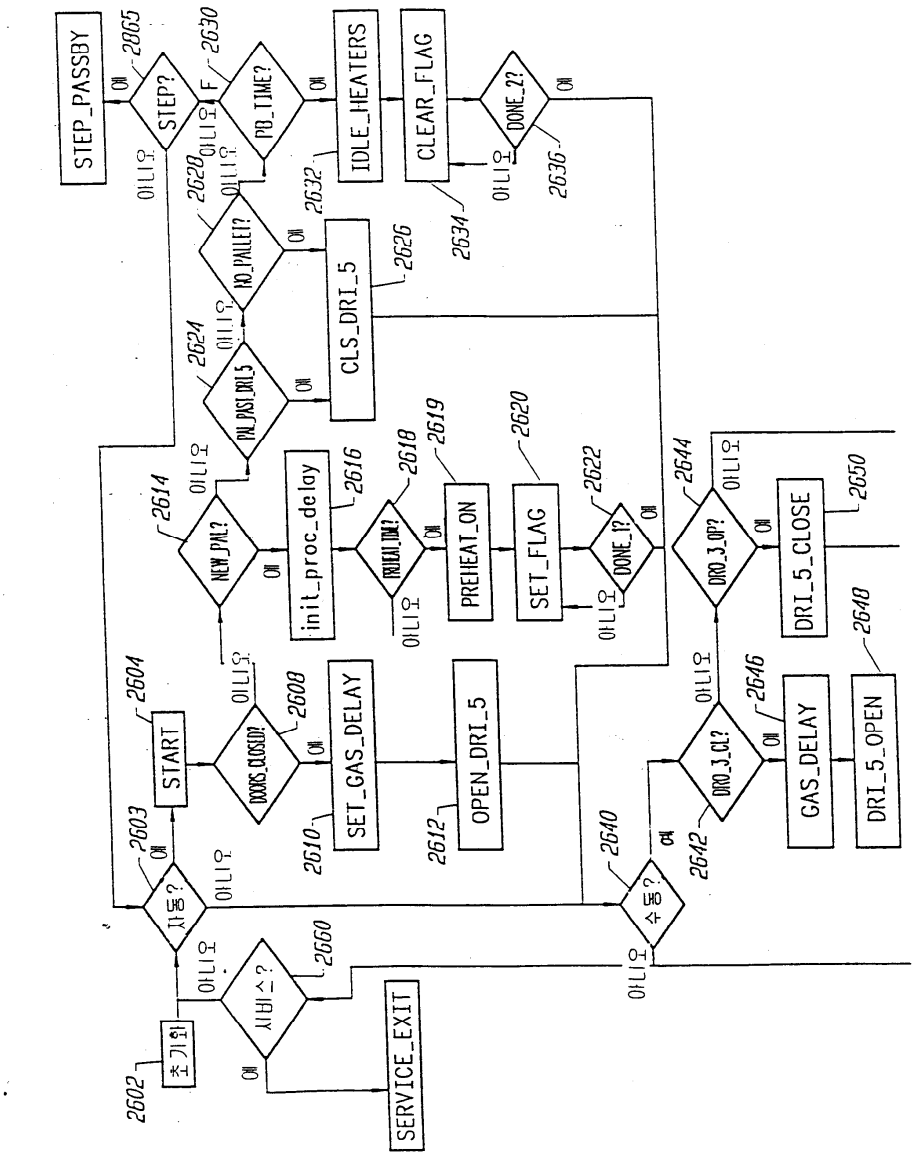
도면25a


유출
아니오
2502
초기화
MODE_OK?
예
2504
read_config_bits
2506
stop_bit
예
Load
아니오
예
2512
load_IN
2518
아니오
예
Load_Cond
아니오
2520
set_WAITIN_flag
clr_WAITIN_flag
2514
load_cond_one
현재 챔버에 대한
Wait IN 또는 적재
이전 챔버에 대한
Wait OUT 또는 적재
2516
load_cond_two
아니오
load_1_?
2522
예
아니오
load_2_?
2524
예
Inp_Cur?
예
2526
아니오
아니오
Out_Prey
예
2528
예
적재
아니오
2530
2540
2523
2532
INP_MID
ON_INP_MOTOR
inp_mot_OFF
아니오
예
2534
OUT_sen
아니오
예
2536
Load_OK_switch
load_OK?
아니오
2538
예
inp_motor_OFF
chk_unload_bit
2542
Load
도25b로

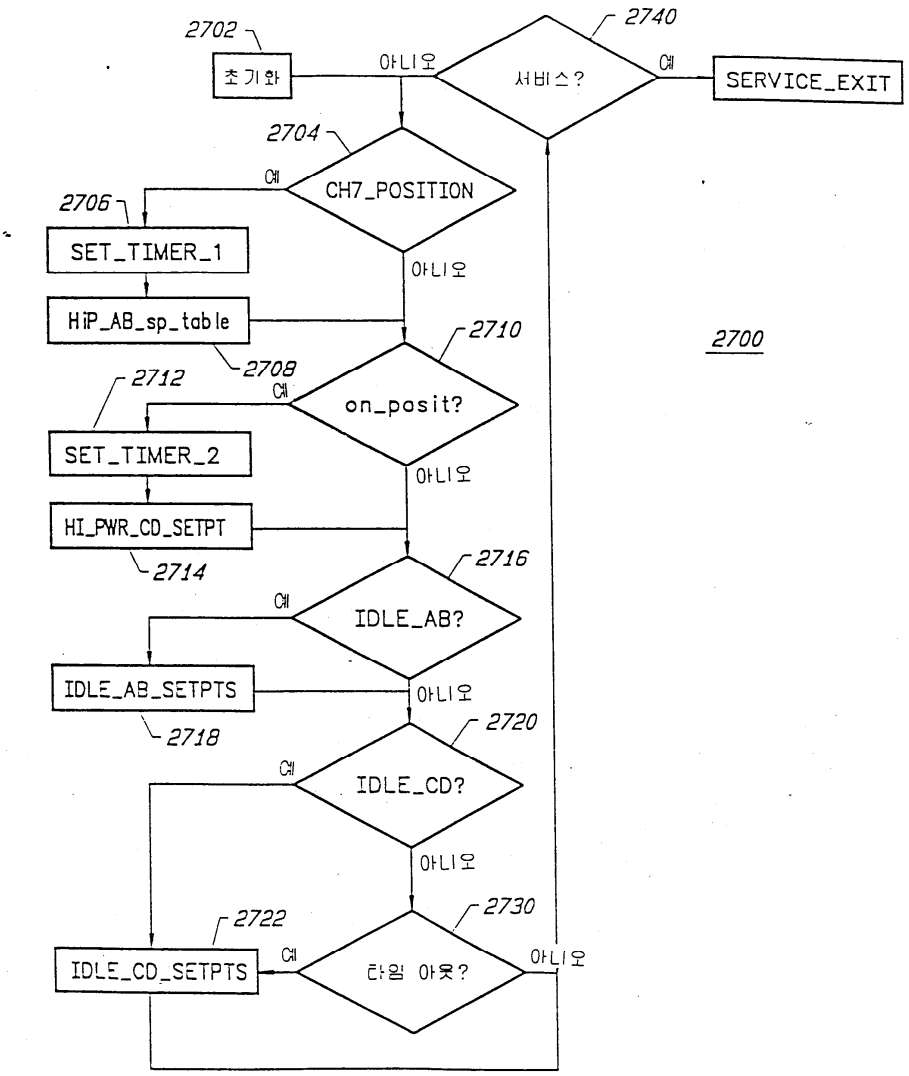
도면25b


도25a로
비적재
현재 챔버에 대한 모든 모터를 턴 오프
2508
OFF_INP_motor
2510
OFF_OUT_motor
2550
unload?
예
아니오
2564
wto_cond
2566
set_fig_WAITOUT
2568
clr_fig_WAITOUT
2570
unload_cond_one
현재 챔버에 대한 Wait OUT 또는 비적재, 다음 챔버에 대한 적재 IN
2572
unload_cond_two
2574
unload_cond
챔버내에 OUT 도어가 있을 경우 구성 체크
OUT 모터를 턴 오프
out_motor_off
Out_door?
2576
Out_open?
2578
비적재 모터가 이미 온인지 체크
unload
2580
비적재 모터 개시
ON_OUT_motor
2583
unload_DONE
OUT 감지기가 오프이고 다음 챔버에 대해 비적재
clr_WAITOUT_bit
2584
OUT_motor_OFF
motors_on/off
2589
mot_OFF?
2590
reset_bits_1&4
2591
2592
load_ON?
set_loading_bit
clr_load_bit
unload_ON?
2593
set_unload_bit
clr_unload_bit
to_correct_loc-2

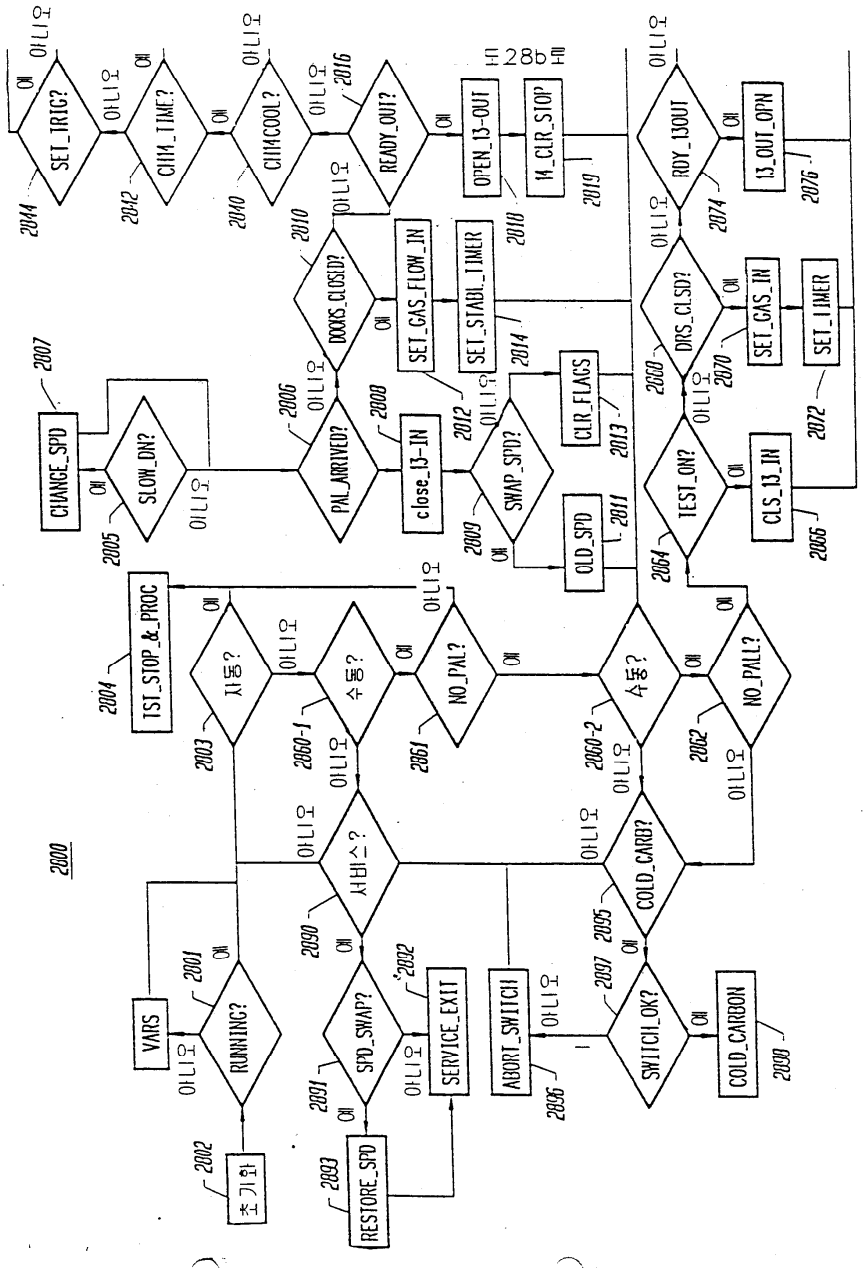
도면26


STEP_PASSBY
STEP?
PB_TIME?
IDLE_HEATERS
CLEAR_FLAG
DONE_2?
NO_PALLET?
CLS_DRI_5
PAL_PASI_DRI_5
NEW_PAL?
init_proc_delay
PREHEAT_ON
SET_FLAG
DONE_1?
DRO_3_OP?
DRI_5_CLOSE
START
DOORS_CLOSED?
SET_GAS_DELAY
OPEN_DRI_5
DRO_3_CL?
GAS_DELAY
DRI_5_OPEN
자동?
수동?
서비스?
초기화
SERVICE_EXIT
2602
2603
2604
2608
2610
2612
2614
2616
2618
2619
2620
2622
2624
2626
2628
2630
2632
2634
2636
2640
2642
2644
2646
2648
2650
2660
2865
예
아니오

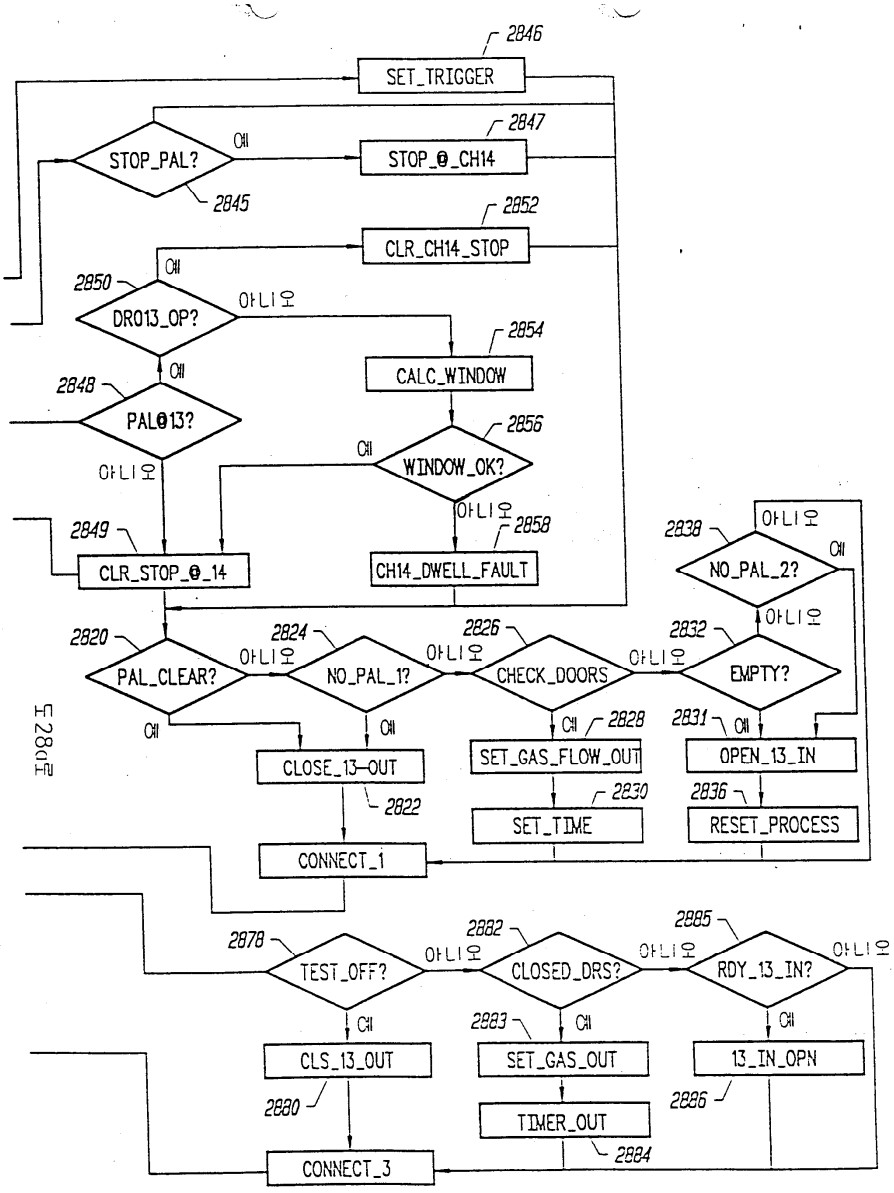
도면27


2702
초기화
아니오
2740
서비스?
예
SERVICE_EXIT
2704
예
CH7_POSITION
2706
SET_TIMER_1
아니오
HiP_AB_sp_table
2708
2710
on_posit?
2712
SET_TIMER_2
아니오
HI_PWR_CD_SETPT
2714
2716
IDLE_AB?
IDLE_AB_SETPTS
아니오
2718
2720
IDLE_CD?
아니오
2730
2722
IDLE_CD_SETPTS
타임 아웃?
아니오
2700

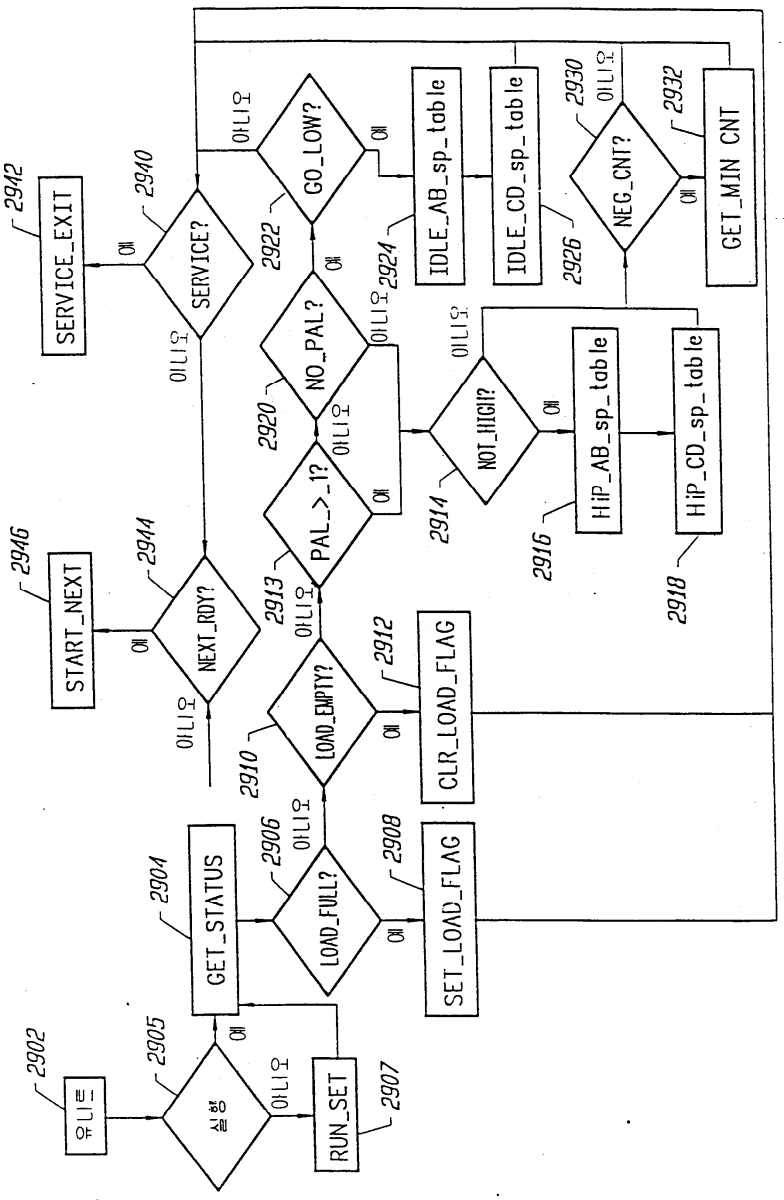
도면28a


2000
초기화
RUNNING?
VARS
RESTORE_SPD
SPD_SWAP?
SERVICE_EXIT
자동?
수동?
NO_PAL?
자비스?
COLD_CARB?
ABORT_SWITCH
SWITCH_OK?
COLD_CARBON
TST_STOP_&_PROC
CHANGE_SPD
SLOW_DN?
PAL_ARRIVED?
close_13-IN
SWAP_SPD?
OLD_SPD
CLR_FLAGS
DOORS_CLOSED?
SET_GAS_FLOW_IN
SET_STABL_TIMER
SET_TRIG?
CHM_TIME?
CHMCOOL?
READY_OUT?
OPEN_13-OUT
M_CLR_STOP
도28b도
TEST_ON?
CLS_13_IN
DRS_CLSD?
SET_GAS_IN
SET_TIMER
RDY_13OUT
13_OUT_OPN
OK
아니오

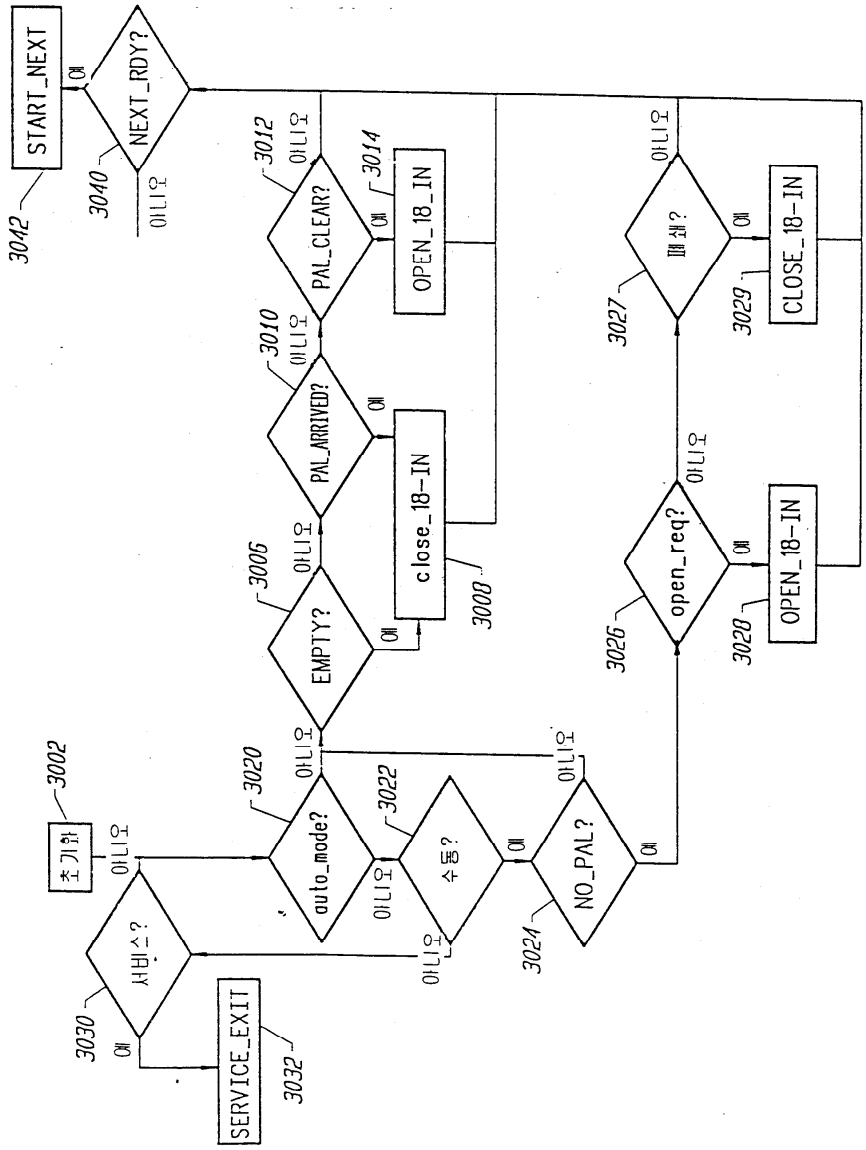
도면28b


2846
SET_TRIGGER
2847
STOP_@_CH14
CH
STOP_PAL?
2845
2852
CLR_CH14_STOP
CH
2850
DR013_OP?
아니오
2854
CALC_WINDOW
CH
2848
PAL@13?
2856
CH
WINDOW_OK?
아니오
아니오
2858
2849
CLR_STOP_@_14
CH14_DWELL_FAULT
2838
아니오
NO_PAL_2?
CH
아니오
2820
2824
2826
2832
PAL_CLEAR?
아니오
NO_PAL_1?
아니오
CHECK_DOORS
아니오
EMPTY?
CH
CH
CH
2828
2831
CH
CLOSE_13-OUT
SET_GAS_FLOW_OUT
OPEN_13_IN
2822
2830
2836
SET_TIME
RESET_PROCESS
CONNECT_1
2878
2882
2885
TEST_OFF?
아니오
CLOSED_DRS?
아니오
RDY_13_IN?
아니오
CH
2883
CH
CH
CLS_13_OUT
SET_GAS_OUT
13_IN_OPN
2880
2886
TIMER_OUT
2884
CONNECT_3
도28a로

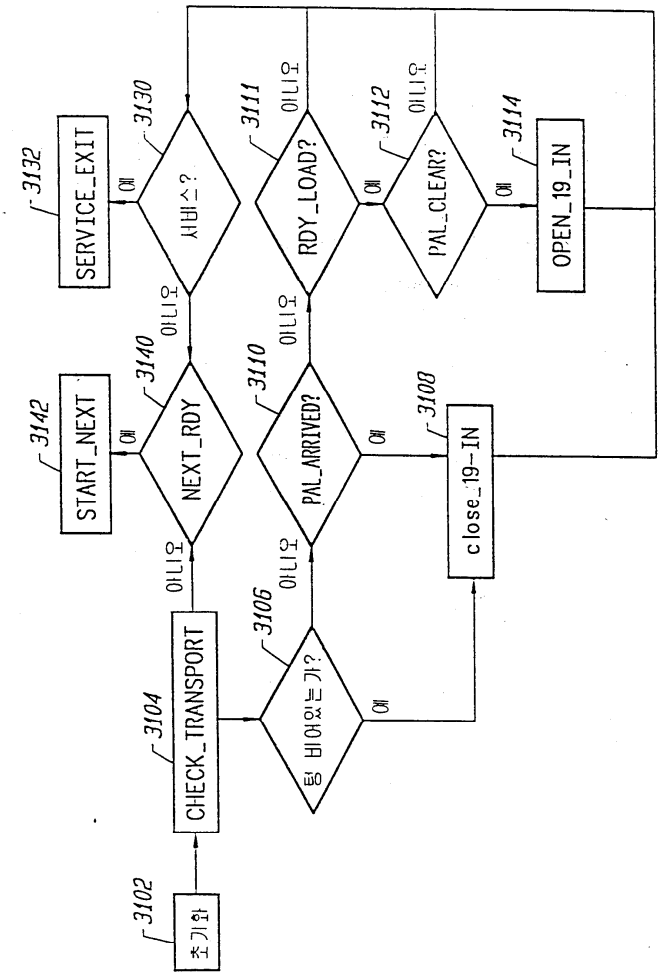
도면29


유니트
2902
실행
2905
GET_STATUS
2904
LOAD_FULL?
2906
SET_LOAD_FLAG
2908
RUN_SET
2907
LOAD_EMPTY?
2910
CLR_LOAD_FLAG
2912
PAL_>_1?
2913
NOT_HIGH?
2914
HiP_AB_sp_table
2916
HiP_CD_sp_table
2918
NO_PAL?
2920
GO_LOW?
2922
IDLE_AB_sp_table
2924
IDLE_CD_sp_table
2926
NEG_CNT?
2930
GET_MIN_CNT
2932
NEXT_RDY?
2944
SERVICE?
2940
START_NEXT
2946
SERVICE_EXIT
2942
예
아니오

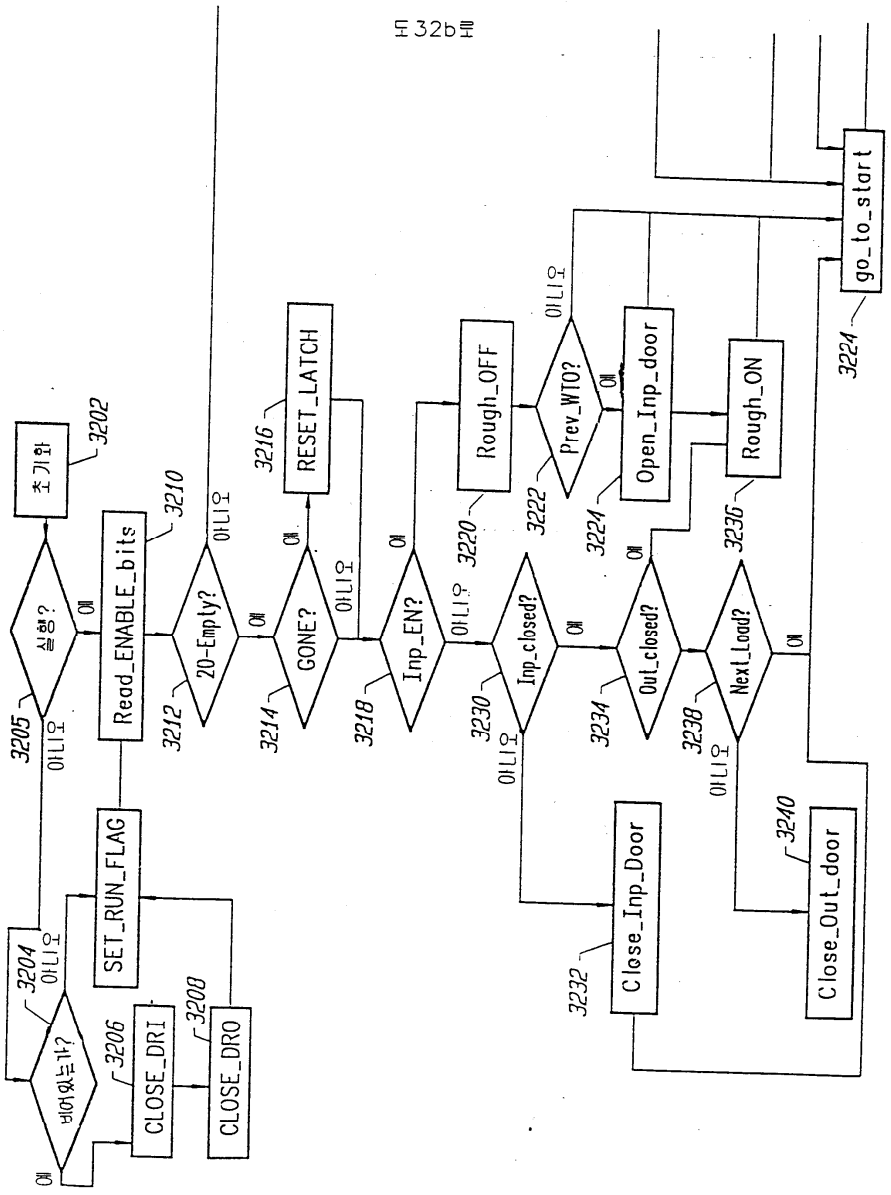
도면30


START_NEXT
NEXT_RDY?
예
아니오
3042
3040
3012
PAL_CLEAR?
3014
OPEN_18_IN
3010
PAL_ARRIVED?
close_18-IN
3000
3006
EMPTY?
3020
auto_mode?
3022
수동?
3024
NO_PAL?
3026
open_req?
3028
OPEN_18-IN
3027
폐쇄?
3029
CLOSE_18-IN
3002
초기화
3030
서비스?
SERVICE_EXIT
3032

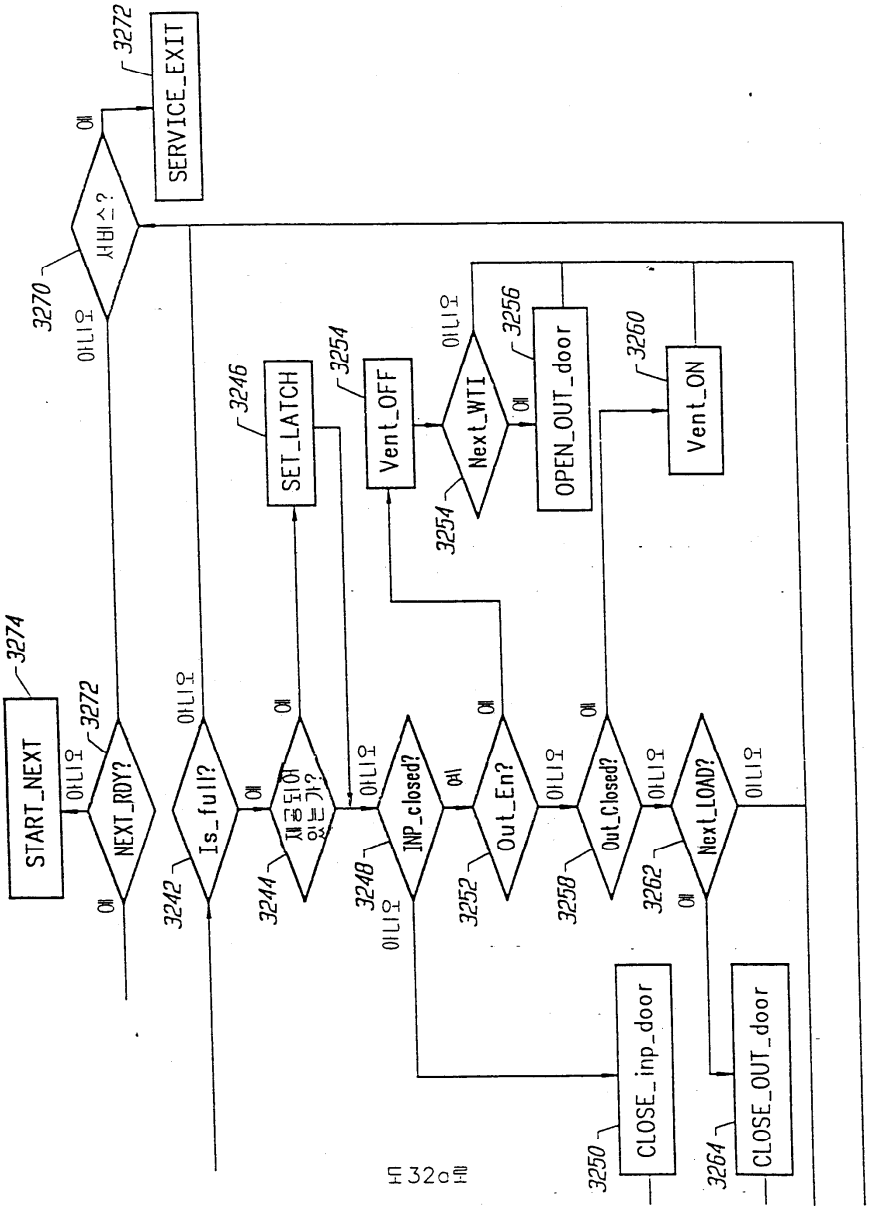
도면31


3102
초기화
3104
CHECK_TRANSPORT
3106
탑 비어있는가?
3110
PAL_ARRIVED?
3100
close_19-IN
3111
RDY_LOAD?
3112
PAL_CLEAR?
3114
OPEN_19_IN
3130
서버스?
3132
SERVICE_EXIT
3140
NEXT_RDY
3142
START_NEXT
예
아니오

도면32a


도32b로
초기화
3202
실행?
3205
아니오
예
Read_ENABLE_bits
3210
20-Empty?
3212
아니오
예
GONE?
3214
아니오
예
RESET_LATCH
3216
Inp_EN?
3218
아니오
예
Inp_closed?
3230
아니오
예
Rough_OFF
3220
Prev_WTO?
3222
아니오
예
Out_closed?
3234
예
Open_Inp_door
3224
Next_Load?
3238
아니오
예
Rough_ON
3236
go_to_start
3224
SET_RUN_FLAG
Close_Inp_Door
3232
Close_Out_door
3240
버어있는가?
3204
아니오
예
CLOSE_DRI
3206
CLOSE_DRO
3208

도면32b


START_NEXT
3274
NEXT_RDY?
3272
Is_full?
3242
제공되어 있는가?
3244
SET_LATCH
3246
INP_closed?
3248
Out_En?
3252
Out_Closed?
3258
Next_LOAD?
3262
CLOSE_inp_door
3250
CLOSE_OUT_door
3264
Vent_OFF
3254
Next_WTI
3254
OPEN_OUT_door
3256
Vent_ON
3260
서비스?
3270
SERVICE_EXIT
3272
예
아니오

도 32a내