

병원의 의료용 가스 공급 시스템

김 제 희

조선기기(주)(chosunv@chol.com)

의료가스 설계개요

의료 가스 시스템을 설계할 때 가장 우선적으로 고려해야 사항은 병원 전체 의료 가스 사용량과 각 과별 요구사항과 선택 가능한 제품과 기술을 기반으로 전체 설비의 윤곽을 잡는 일이다. 의료 가스 설비 설계 시 위 사항을 우선적으로 고려해야 장비 규격과 옵션 장비 규격, 필요한 비용과 선택적으로 추가할 비용을 산출 할 수 있다.

의료가스의 종류

의료가스 설비 중 가장 일반적으로 사용하는 의료용 가스는 다음과 같다

- 1) 압축공기 : Medical, surgical, 고압력 기기, 실험실, 치과
- 2) 산소 : Medical, Surgical, 실험실, 치과 등 거의 모든 병원/병실에서 사용
- 3) 아산화 질소(Nitrous Oxide) : 수술실,마취과
- 4) 이산화탄소 : Surgical, 실험실
- 5) 질소 : 주로 수술실 장비/기기 동력원으로 사용
- 6) 진공 : medical, surgical, 실험실, 치과
- 7) WAGD Vacuum : 마취가스용 진공 펌프.

의료가스 설비의 구성

일반적이고 포괄적인 가스 공급 설계는 다섯 가지

로 나누어 볼 수 있다. 가스 생성/ 공급 장비 부분이 비용면에서 가장 많은 부분을 차지하고, 중/개축 공사 경우에는 많은 비용이 배관 설치, 건축 부분에 할당이 된다.

① 가스 생성/공급 장비

- 의료용 공기, 공구용 공기, 진공 펌프, Evacuation pump, Bulk system(주로 산소 탱크), 치과용 공기 압축기, 치과용 진공 펌프, 가스 메니폴드(액산/기산)

② 가스 배관

- 차단 밸브(Isolation v/v), 지역 차단 밸브(Zone v/v), 주 경보와 구역 경보, 질소 컨트롤 판넬, Outlet

③ 건축

- 헤드월, 전기와 ceiling columns & Pendent, 베드 콘솔과 바닥 가스 공급 설비

④ 의료 가스 이차기구(액세서리)

- 유량계, 가스조정기, 아답터, 커플러, 흡입 조정기, 호스/호스 어셈블리, 호스retractors

⑤ 서비스

- 의료가스 테스트, 유지보수, 주변 환경 모니터링

⑤번 항목의 서비스 부분은, NFPA 규정에 의하면 정기적으로 서비스와 의료가스 설비 전체 시스템을 적어도 일년에 한번씩 공식 인가된 제 3자에 의해서 시험 검증을 하게 되어 있지만, 국내 의료가스 설비 환경에서는 현실적으로 어려워 시행하지 않고 있고,



지속적으로 병원 설비과 혹은 의공과에서 간단한 의료 가스 점검만으로 서비스 되는 상황이다.

의료 가스 설비 시공에 대해서 국내 관련 규정은 일부 항목에 대해서만 언급을 하고 있어서, 실질적으로 대부분의 국내 주요 의료가스 설비 업체의 시공 방법은 기본적으로 미국 소방 관련 안전 규정인, NFPA 99에 의거해서 행해지고 있다.

의료가스 설비/장비 소개

일정규모 이상의 큰 병원들은 벌크 탱크(bulk tank) 설비를 갖춰서 산소를 공급한다. 일반적으로 산소 탱크는 병원 건물 밖의 콘크리트 바닥 위에 설치를 하도록 되어 있다. 반면에 작은 규모의 병원은 산소 공급을 위해서 고압의 액체 산소 가스통을 사용하는 경우가 많고, 중형 병원 이상은 실린더를 이용한 가스 매니폴드 시스템을 사용한다. 국내의 많은 가스 설비 업체들이 그림 1과 같은 매니폴드를 공급하고 있다. 매니폴드를 설치 시에는 병원의 사용 가능한 모든 용량에 따라서 그에 적절한 매니폴드와 실린더를 설치해야 한다. 매니폴드는 아산화질소(N₂O), 질소(N₂), 탄산가스(CO₂), 산소(O₂), 의

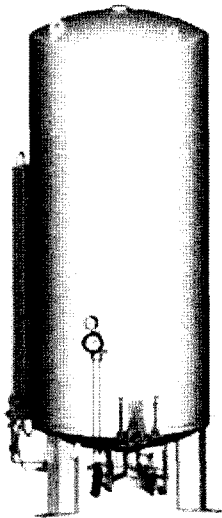
료용 공기에 사용 할 수 있다. 국내에서는 의료용 공기 매니폴드를 설치하는 일은 거의 드물다.

의료용 공기는 환자가 호흡 할 수 있는 등급의 공기로 의료용 공기 압축기에 의해서 공급된다. 미국의 경우 모든 의료기기 설비는 미국 소방 안전 규정인 NFPA 99 요건에 충족하도록 되어 있지만, 국내는 관련 규정이 미비한 상태이다. 따라서 국내 관련 설비 회사들은 대부분 미국 NFPA 99 규정에 따라 설치를 하고 있지만, 아직도 많은 의료 가스 설비 업체들이 최소한의 규정만 맞춰 설치하는 실정이다.

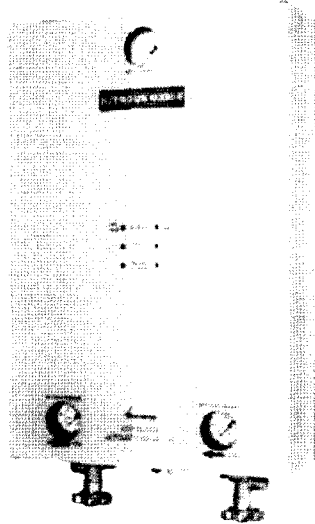
일반적인 의료용 공기 시스템은 압축기와, 리시버 탱크, 드라이어, 필터, 레귤레이터, 노점 모니터, CO₂ 모니터로 이루어져 있다. 하지만 국내 장비에서는 노점 모니터, CO₂ 모니터가 없는 경우도 많다. 의료용 공기 시스템의 외국 주요 제조사는 Powerex, Quincy, 히타치가 있으며, 전력 소모와 작동 시간이 짧은 스크롤 컴프레서와 사용량이 많은 큰 병원의 경우 왕복동형 컴프레서를 많이 사용한다. 공기압축기 설비 구성은 그림 3과 같다.

그림 2는 일반적으로 매니폴드 설치 시 가장 일반적인 구성도이다.

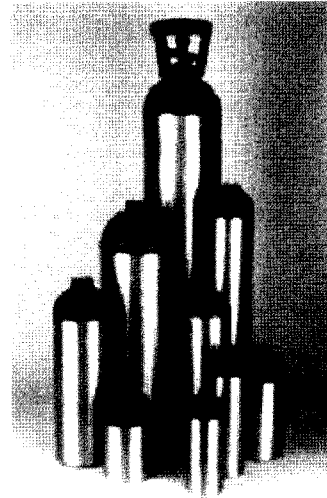
진공 펌프 시스템은 병원 가스 설비에 아주 중요한



a) Bulk Tank



b) Gas Manifold



c) Gas Cylinder

[그림 1] 의료용 가스 설비

구성 요소중의 하나다. 진공은 수술실을 비롯해서 환자가 있는 거의 모든 장소에 필요한 요소이다. 국외 제조사는 Busch, Rietsche, Becker 등의 제조사가 있으며, 해외에서는 여러 가지 이유로 사용하지 않는 Liquid Ring type 의 펌프가 국내에서는 가장 많이 상용되고 있다. 진공 설비 구성은 그림 4와 같다.

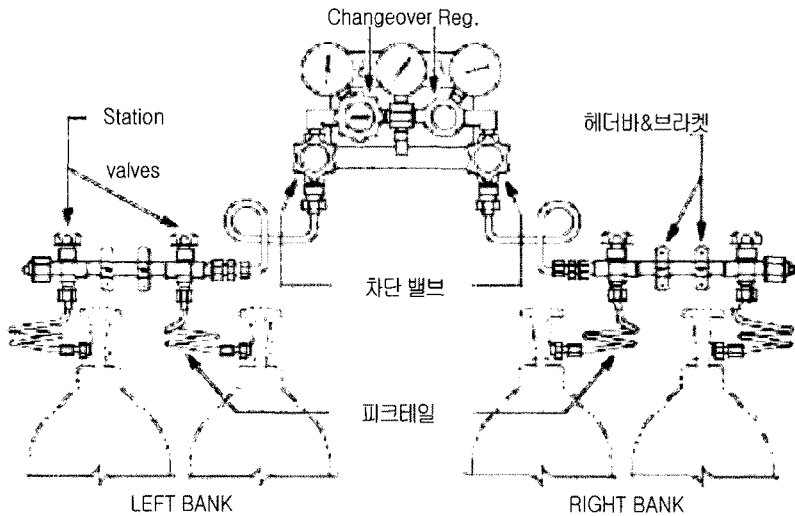
최초 공기압축기와 진공펌프 선정 시 비용 면에서 20 ~ 30% 정도 더 비싸더라도 더 좋은 펌프 시스템을 선택하는 것이 여러 가지 면에서 경제적이다. 대부분 고가 장비 일수록 사용 연한이 길며, 전기나 오일 등의 작동 유지 보수 비용이 적으며, 10 ~

20년 동안 장기적인 안목에서 월등하기 때문이다.

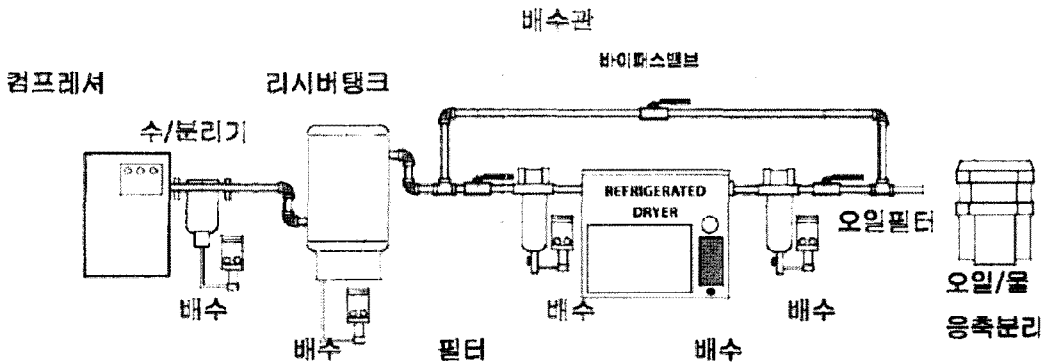
CO₂와 N₂O의 경우에는 주로 수술실, 마취과외에 응급실, ICU, 실험실 등에서 사용을 하며, 가스 매니폴드를 사용하거나, 직접 사용부서에서 실린더를 통채로 놓고 사용하는 경우도 많다.

그림 3의 공기압축기 구성도는 미국 소방 안전 규정(NFPA 99)에 명시된 가장 기본적인 공기 시스템에 대한 개략도이다. 국내 병원에서는 NFPA에서 명시한 장비를 모두 갖춘 경우는 드문 편이다.

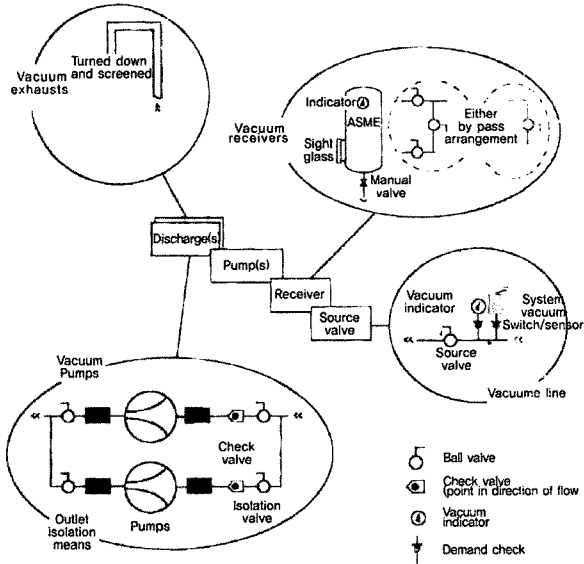
그림 4 a)는 NFPA 상에 규정된 진공펌프의 구성도이며, 그림 4 b)는 이를 반영해서 실질적으로



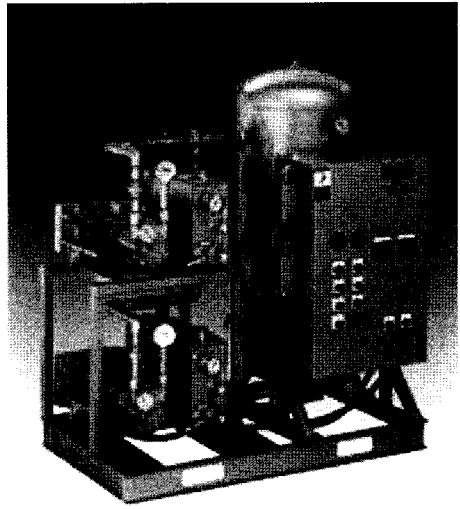
[그림 2] 메니폴드 기본 구성도



[그림 3] 공기압축기 구성도

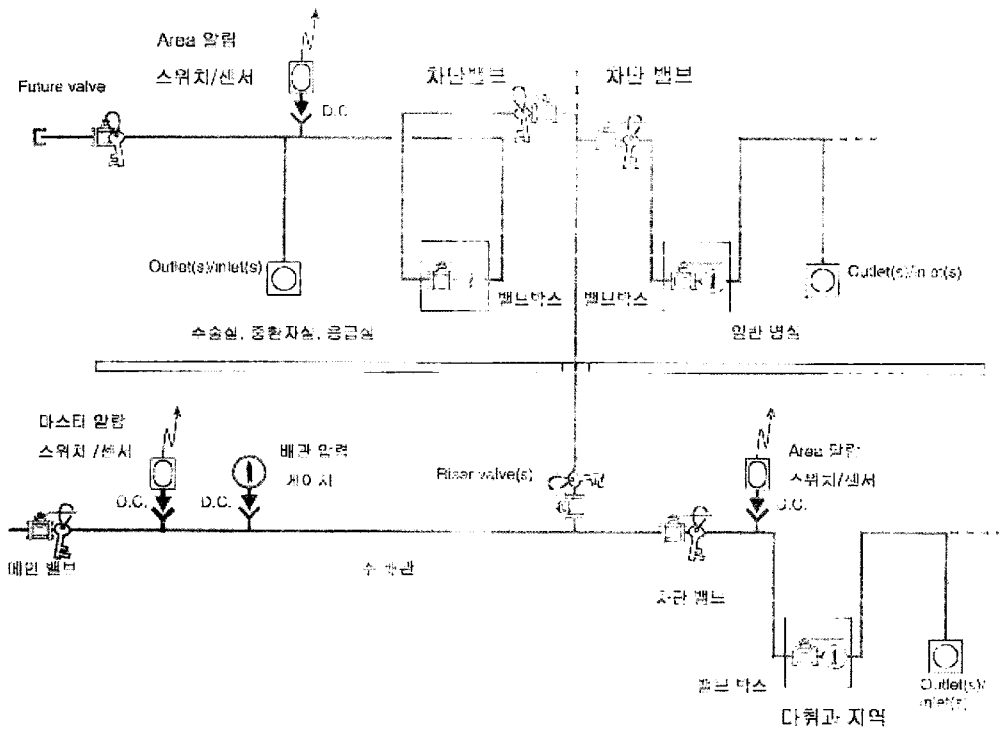


a) NFPA 명시된 구성도



b) 진공펌프 외관

[그림 4] 진공설비 구성



[그림 5] 주/구역 경보 개념도

Duplex Type으로 구성된 진공펌프의 예이다.

경보장치는 가스 공급압이 일정한 범위에서 상하로 벗어나는 경우를 알려주기 위해서 설치하는 기본적인 장비중의 하나이다. 주 경보와 알람과 구역 경보는 각 가스 공급 장비와 공급 배관의 공급 상황을 감시하기 위해서 필요하다. 주 경보는 가스 공급 장비에 이상이 생겼을 경우 확인 할 수 있는 시각/청각 알람이 갖춰져 있다. 일반적으로 두 개의 주 경보장치를 설치해야 한다. 한 개는 모든 의료 설비를 관재하는 병원 시설팀에 다른 한 개는 그 장비의 사용자가 있는 곳에 설치한다. 구역 경보는 ICU, 수술실, NICU, ER 등 병원 시설에서도 응급시 빠른 대응이 필요한 장소에 설치 되어야 한다. 이 경보는 현장에 있는 사람들이 잘 보고 들을 수 있는 장소에 설치한다.

그림 5는 NFPA 99 규정에 의거한 경보 개념도이다.

구역 경보의 경우는 수술실, 중환자실, 응급실 등 주의가 요망되는 지역, 마취과 지역 등에 반드시 별도 설치를 하도록 되어 있다.

또한 스위치 센서의 위치의 경우는, 한 지역을 관찰하는 차단 밸브 후단에 설치를 해야 한다.

의료가스 배관

의료가스 배관은 동 파이프를 사용하여야 한다. 최초 병원 설계 시, 병원 전체 시설의 가스 사용량을 확인해서, 의료가스 공급 장비에서부터 outlet 말단까지의 파이프 구경을 적절하게 설계해야 한다. 파이프 규격이 지나치게 클 경우 비용이 과하게 초과되며, 파이프 규격이 너무 작은 경우 가스 outlet 말단에서 필요한 사용 압력이 나오지 않을 수도 있다. 또한 설계 시 파이프 규격이 너무 현저하게 작아질 경우 압력 강하게 심하게 일어날 수 있다.

따라서, 의료 가스 배관 설계 시는 병원의 전체 시설에 대한 도면의 이해와 파악은 필수적이다. 설계자는 모든 가스의 inlet/outlet 수량과 각 배관의 길이 등을 꼼꼼히 확인해야 하며, 차후 병원 설비의 증설까지 고려해서 배관의 규격을 결정해야 한다. 의료 가스 공급 장비측의 최소 파이프 규격은 DN15 (NPS1/2) (직경 5/8인치)이며, 진공은 DN15 (NPS3/4) (직경 7/8인치), 공급 말단 outlet은 최소 DN15(NPS 1/2) (직경 5/8인치) 이상이어야 한다.

국내에서는 대부분 배관 설계 시, 설계자나 설계 회사의 경험치를 우선시 하며, 실질적으로 규정 되어 있는 법규는 없는 상황이다, 다만 최소한 상기에 언급된 NFPA 조항만 준수를 한다면 크게 문제가 되지 않을 것이다. 또 한가지 고려해야 하는 사항이라면, 병원 층/개축 시에는 반드시 장비의 용량을 따져서, 기존의 장비로 중/개축 하는 부분을 담당할 수 있는지, 아니면 추가로 장비를 설치해야 하는지는 반드시 재 평가 후 결정 해야 한다.

의료 가스 배관 설치/사용 관련해서 20여 가지의 다양한 시험이 있다. 하지만 아직 국내 설비 업체 대부분은 시행하지 않는 경우가 많다. 의료가스 설비 관련해서 시공 설비 회사가 시행해야 하는 시험은 다음과 같으며, 순서대로 진행이 된다고 보면 된다. 각 시험의 절차와 방법은 NFPA 99를 참조하면 된다.

• 최초 설치 시 설치자 시행해야 할 시험

- ① 블로우 다운: 모든 배관과 의료 가스/진공 공급 파이프를 질소로 불어내서 이물질 제거
- ② 최초 압력 시험: 모든 의료가스 배관과 가스/진공 관련 부품은 압력을 가해서 이상이 없는지 확인
- ③ 교차 연결 시험: 파이프가 작업 중 다른 가스 배관과 교차 되어 설치 되었는지 확인.
- ④ 파이프 퍼지시험- 각 가스 별 outlet은 질소 가스로 퍼지를 해서 배관 내 이물질을 제거 하기 위한 시험
- ⑤ 설치 압력 시험 - 의료가스/진공 배관관련 모든 장비 부품을 설치 후 24시간 동안 압을 가해서 압력 강하가 있는지 확인

• 상기 의료 설비/장비 설치자 시험을 시행 후 다음과 같이 의료가스 시스템 확인을 위해 하기 시험을 시행한다.

- ① 설치 압력 시험- 사용 압력으로 10분간 각 배관을 테스트 한다.
- ② 교차 연결 시험 - 각 배관 별 교차 시험
- ③ 개별 압력 - 각 가스 별로 압력을 가해 시험
- ④ 차압- 각 가스 별 압력을 다르게 해서 확인.
- ⑥ 경보 시험(주 경보/ 구역 경보)
- ⑦ 파이프 퍼지 시험 - 시스템 내 유입된 이물질 제거
- ⑧ 배관의 순도 - 질소로 배관 내 순도 테스트



- ⑨ Final-Tie in test - 의료가스 시스템에 추가적인 의료 용구를 설치 확인
- ⑩ 작동 압력 시험 - 실지 사용 압력 확인
- ⑪ 의료용 가스 농도 시험 - 가스별 농도 테스트
- ⑫ 의료용 공기 순도 시험
- ⑬ Labeling 확인 - 가스 별 라벨 붙인 상태 확인.
- ⑭ Outlet 작동 확인 - 각 가스 별 outlet/inlet 작동 상태 확인

지역 차단 밸브는 모든 환자가 가스를 사용하도록 하는 outlet을 컨트롤 하기 위해 필요하다. 이 밸브와 outlet 사이에는 벽이 있어야 하며, 밸브는 언제든지 손쉽게 손이 닿는 곳에 설치를 해야 한다. 모든 마취 관련 설비가 있는 장소는 개개의 구역 밸브를 설치해야 하며 언제든지 설치된 병실 밖에서 잠글 수 있어야 한다.

차단 밸브(Zone valve)를 각 배관에 직접 설치 사용하는 경우와, 구역밸브 함을 사용하여 필요 시 그림 6과 같이 가스를 차단할 수 있도록 쉽게 접근할 수 있는 복도 벽에 설치하는 경우가 있다. 구역밸브 함은 차단 밸브를 한 개부터 필요 시 더 추가할 수 있도록 되어 있다.

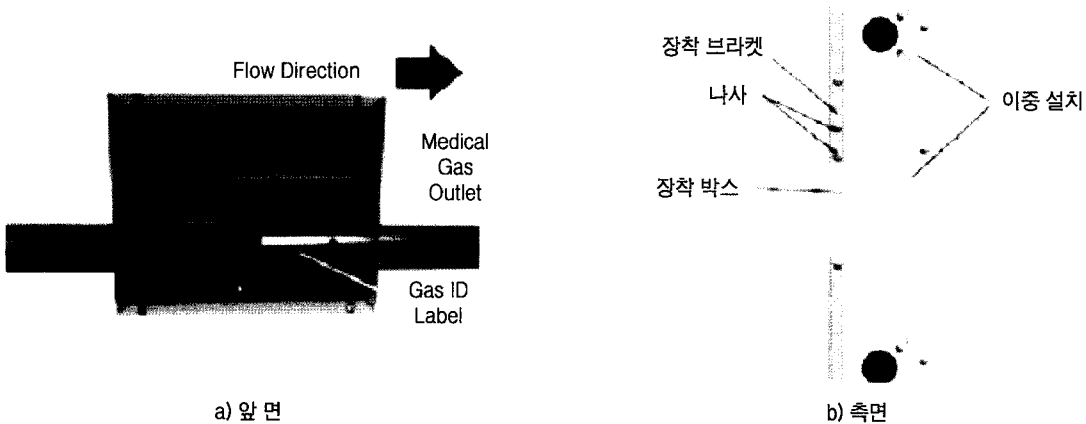
아답터를 연결해서 환자에게 가스를 공급할 수 있는 가스 outlet은 환자가 있는 모든 병실에 설치해야 한다. 각 병실의 용도에 따라서 다른 가스로 구성이 될 수 있다. Outlet은 벽, 천창, column, 바닥의

pedestal, 헤드월, 캐비닛, pendant 등에 설치할 수 있다. Outlet 설치 시 주의 할 점은 석션, 유량계 등 이차 장비를 설치 할 수 있는 충분한 공간을 고려해야 한다.

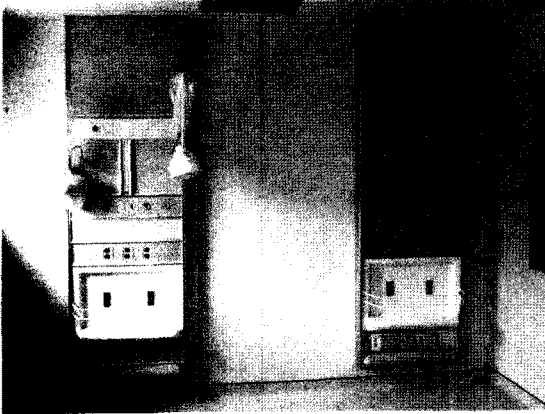
건축 관련 제품은 그림 7과 같이 헤드월, ceiling column, pedestals, 콘솔, ceiling pendant 등이 있으며 최근에는 Artwall picture 라고 부르는, 앞에 원하는 그림을 삽입할 수 있는 캐비닛형 콘솔이 선보이고 있으며, 수술실에는 Ceiling pendant 사용이 증가되고 있는 추세에 있다. 상기 제품들 또한 병원의 요청에 의해서 여러 가지 사양으로 제작 할 수 있다. 병실 내부 미관상의 이유로 인해서 헤드월과 같은 장비는 의료 가스 관련 부품뿐 아니라, 전기 배선, 통신선, 전등등을 같이 설치하도록 되어 있는 경우가 많다.

이차 장비(액세서리)는 그림 8과 같이 병원의 의료 가스 설비의 다른 한 부분으로 프로젝트 초기 단계에서 자주 간과하기 쉬운 부분이다. 유량계는 산소나 의료용 공기를 사용하는데 이용한다. 레귤레이터는 진공을 이용하도록 되어 있는 장비로 대부분 환자의 이물질을 흡입하는데 사용된다. 외국 제조사는 Allied Healthcare, Western, Amvex, Medeas, 등이 있다. 아직까지 국내 제조사의 제품은 제품의 내구성 /디자인 면 등에서 많은 개발이 필요한 실정이다.

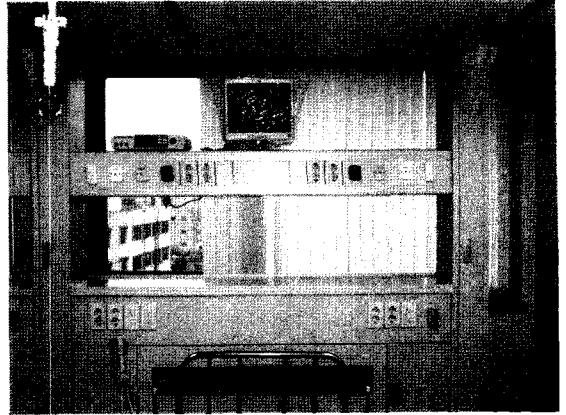
병원 프로젝트의 초기 단계에서 장비의 유지 보수 등 서비스를 염두 해 두어야 하며, 사람 생명에 직접적인 관련이 있는 장비임으로 예비적인 차원에서의



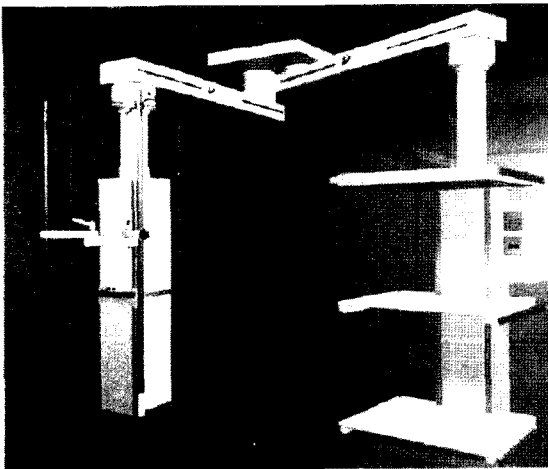
[그림 6] Zone Valve Box



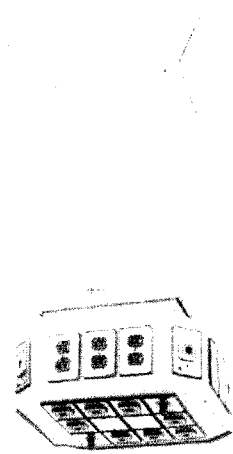
a) Headwall system



b) Bed Console



c) Ceiling Pedant

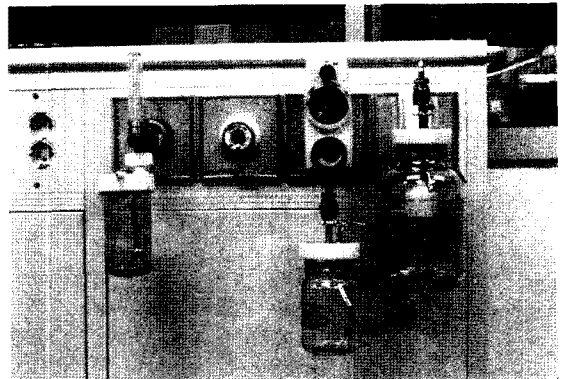


d) Ceiling Column

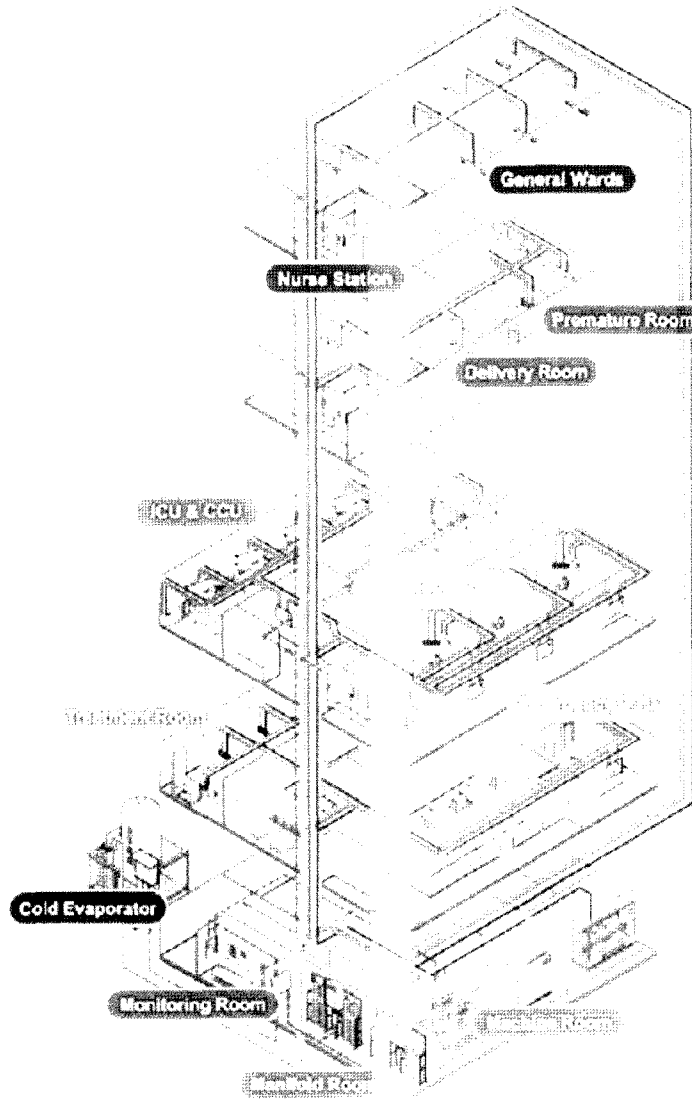
[그림 7] 건축관련 제품

유지 보수가 필요하다. 이미 앞에서 언급했듯이, 미국 소방 안전 규정(NFPA 99) 준수하는 나라에서는 적어도 일년에 한 번씩 인가 받은 회사로부터 정기적으로 의료 가스 시스템 안전 검사를 시행하게 되어 있다. 추가적으로 의료 가스 개/보수 공사 시에도 별도의 검사를 통해 현재 가스 시스템으로 병원 전체에 필요한 의료 가스를 충분히 공급할 수 있는지 여부를 전체 시스템을 점검 확인 하도록 규정 되어 있다. 하지만 국내 의료 환경은 아직까지 차후 포괄적인 관리에 대해서는 아직 많은 개정이 필요한 상황이다.

그림 9는 포괄적인 의료가스 설비 시스템을 요약



[그림 8] 2차 장비 설치



[그림 9] 의료가스설비 개념도

해서 보여주는 개념도이다.

위의 그림과 같이 각 의료 가스 별로 색상코드가 명시되어 있지만 나라별, 제조사별로 색상에 조금씩 차이가 있다. 대표적으로 미국, ISO, 유럽등 각각 다

른 색상코드를 사용한다. 또한 가스 공급 말단부인 outlet/inlet 부분에 대해서는 각 제조 회사 고유의 사양과 모양을 가지고 있어 대부분 제조사간의 호환이 불가능하다. ⑤