Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers Vol. 16, No.3, pp. 55~60 May 2002 논문 16-3-8

네블라이저의 구조개선 및 효율향상

(A Study of Structual Improvement and Efficiency Progress of a Nebulizer)

정혁진* · 백규열 · 김우식 · 김남호
(Hyuck-jin Jung · Gyu-youl Baek · Woo-sik Kim · Nam-ho Kim)

요 약

우리나라에서 판매되고 있는 가정용 네블라이저는 2.5[kg/㎠]의 피스톤방식의 컴프레셔를 사용하여 소음이 클 뿐 아니라 효율면에서 문제점을 가지고 있다. 이러한 것들을 개선하기 위해서 0.6[kg/㎠]의 다이아후렘방식의 모터를 사용하여 적은 소음과 적은출력으로 비슷한 효과를 가져오게 하였으며, 네블라이저의 핵심인 노즐부분에서 충돌부의 충돌단면적을 넓게 하였고 V형의 경사를 주는 등 설계상의 변화를 주어 약액이 더 미세하게 깨어지도록 하여 치료효과를 높이는 결과를 얻었다.

Abstract

Nebulizer which is on sale in our country has many problems like noise and efficiency. In order to solve these problems, we used 0.6[kg/㎠] motor in mode of the Diaphragm instead of 2.5[kg/㎠] piston type to reduce noise and output power. Nozzle in the core of the Nebulizer was made of the wild collision cross-section and slope of the V shape to break the fluid in detail. It is found that we could be significantly improved remedial value by doing these efforts.

Key Words : Nebulizer, Efficiency, Diaphragm, Nozzle, V shape

1. 서 론

가정용 네블라이저는 액체상태의 용액을 기체 상태로 만들어 천식, 폐기종, 감기, 환경오염 등으로 약물을 직접 마시기 어려운 환자들에게 약물 투여를 돕게 하며 기체 상태로 직접 투입하므로 약물의 효과를 높여 주는 역할을 한다. 이에 본 연구에서는 생활환경의 개선으로 인해 자신 및 가족의 건강에 관심을 가지게 된 사회환경에 부합하여 기존 제품화되어 판매중인 가정용 네블라이저의 성능향상에 대한 연구를 통해 기존 제품보다 상당한 성능향상을 이룬 네블라이저 제품에 대한 연구를 시행함으로써 보다 적은 비용과 나은 제품으로 소비자의 욕구에 만족을 주기 위함에 있다. 본 연구는 현재 국내 개발품이 없는 네블라이저의 핵심부분인 분사기 노즐부분과 Compressor를 자체개발 하였다는데 큰 의의를 두고 있다.

본 연구의 자체개발 결과를 크게 세 분야로 나눌 수 있다.

첫째로 노즐부분의 개선과 둘째로 컴프레셔의 개

* 주저자 : 강원대학교 전기공학과
Tel : 033-250-6290, Fax : 033-241-3775
E-mail : gurwls74@hanmail.net
접수일자 : 2002년 3월 4일
1차심사 : 2002년 3월 27일
심사완료 : 2002년 5월 7일

선, 셋째로 그에 따른 에너지 절감 및 생산원가 절감이다.

첫째 노즐부분의 개선에서 충돌면의 두께가 타사의 제품과 비슷하더라도 충돌 단면적을 넓게하여 더 많은 입자가 깨질수 있도록 하였으며 깨진 약물입자가 상승기류를 타고 빠르게 토출될수 있는 효과가 있도록 고안되었고, 분사기에 다리를 만들어서 사용후 남은 약물이 흘러 내림을 방지하는 위생 및 약물 보존을 위한 수단으로 고안되었으며, 분사기캡의 외부공기 유입구는 상단의 홈과 측단의 홈을 통해 유입되도록 설계되어 있다. 이는 외부공기 유입구의 구멍크기를 작게하여 이물질 유입을 방지하고 상단과 측단의 두 구멍으로 공기가 유입되므로 분사기 내부의 공기 흐름에 충분히 도움을 줄 수 있도록 설계하였다.

둘째로 컴프레셔의 개선에서는 기존 제품은 2.5[kg/㎠]의 피스톤 방식의 모터를 사용하였으나 이 제품은 0.6[kg/㎠]의 다이아후렘방식의 모터를 사용하여 적은 소음과 적은출력으로 비슷한 효과를 기대할수 있다.

셋째로 에너지 절감 및 생산원가 절감에서는 2.5[kg/㎠]의 피스톤 방식의 모터를 사용하는 것 보다 0.6[kg/㎠]의 다이아후렘방식의 모터를 사용하여 에너지 절감 및 생산원가 절감을 꾀하였다.

2. 제품의 구성 및 특징

의료용 흡입기는 호흡기 질환의 치료에 필요한 의료기기로 본체(전기기포발생기, 전원on/off스위치, Fuse, 자동전원차단장치, Air Filter)와 분사기(Atomizer) 및 관련부속품(Airtubing AC 전원코드)등으로 구성되어 있다. 전원 On/Off 버튼(스위치)는 본체의 전원을 제어하는 부품으로 AC 전원과 연결된다.

전기기포발생기는 0.6[kgf/㎠](±0.05)의 풍압, 17[ℓ/min](±2)의 풍량을 발생시키는 전기기포발생기를 사용하며 분사기(Distributer)에 공기를 밀어 넣는 핵심부품이다.

본체(Main Unit)는 플라스틱 재질로 전기기포발생기 및 기타 부품이 장착되며 분사기를 사용 후 보관하는 용도로 사용된다. 에어필터는 최초에 전기기포발생기로 유입되는 공기의 이물질을 걸러내는 부품이고 전원플러그는 주 전원에서 본체로 전원공급을 해주며, Fuse는 안전장치로 본체내부에 장착된다.

분사기(Distributer)는 전기기포발생기에서 발생하는 Air를 이용하여 액체 약물을 기체화시키는 장치로 Medication Tank, 제트노즐, 네블라이져 캡, 마우스피스로 구성되어 있다.

의료용흡입기는 알러지성 천식 및 각종 호흡기질환에 치료용으로 사용하는 의료기구로써 의사에 처방에 따라 가정에서 치료 할 수 있도록 크기를 작게하고 무게를 가볍게 하여 성인 및 유아가 사용이 편리하도록 설계되어 있다[1]. 특히 본 연구에서 고안된 분사기(Distributer)와 전기기포발생기의 결합으로 구성되어 있으므로 의료기로서의 높은 효율과 가격면에서 경쟁력을 가지고 있다.

전기를 이용하여 소형 전기기포발생기를 구동시켜 0.6kgf/㎠(±0.05)의 풍압, 17ℓ/min(±2)의 풍량이 발생되고 이를 Distributer에 주입시키면 Distributer에서 액상의 약물이 기체화 되어 분사된다.

3. 노즐의 설계

본 고안은 네블라이져용 분사장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 분사장치를 구성하는 분무통과 분무통으로 삽입되는 제트노즐부에 있어서, 분무통을 구성하는 유도관의 외형을 다각형으로 형성하여 약액이 용이하게 흡입되도록 할 수 있으며, 제트노즐부를 구성하는 충돌판의 충돌부 경사면으로 V형의 일정한 각도를 주어 약액을 더욱 미세하게 분해시킬 수 있으므로 높은 분사효율을 가지는 네블라이져용 분사장치에 관한 것이다.

개략적인 작동원리를 설명하면, 에어컴프레서에서 압축된 공기는 에어튜브를 통하여 케이스의 에어주입구와 유도관으로 유입되어 제트노즐부로 분사되는데, 이때 흡인대의 내측면과 유도관의 외측면에서는 모세관 현상에 의해, 케이스에 저장되어 있던 약액이 유도관의 외부에 형성된 다수의 유입홈을 따라 상승하여 공기와 함께 분사되며, 분사된 약액은 상기 흡인대의 상측에 형성된 충돌판에 충돌하여 미세입자로 깨어지게 된다.

따라서 약액의 미세입자와 공기의 혼합기는 배출구를 통하여 이와 연결되는 마우스피스나 마스크로서 환자의 호흡기로 흡입되게 되는 것이다.

이에, 본 고안은 분사장치의 몸통을 구성하는 유도관의 외형을 다각형으로 형성하여 간단한 구성으

로 약액이 용이하게 흡입되도록 할 수 있으며, 제트노즐부를 구성하는 충돌판의 충돌부에 경사면을 V형으로 각도를 형성하여 약액을 더욱 미세하게 분해시킬 수 있도록 한 네블라이저용 분사장치를 제공함에 있다.

또한 사용자가 분무통으로 제트노즐부를 결합시킬 때 쉽게 정확한 방향으로 결합할 수 있으므로, 잘못 끼워서 사용함으로써 발생할 수 있는 문제점을 방지할 수 있는 효과를 가지며 가로격벽이 일정한 기울기로 경사지게 형성되어 무화된 약액과 공기의 혼합기를 원활하게 유도할 수 있으므로, 배출구로의 효과적인 분무가 이루어져 치료효과를 높이는 결과를 가져왔으며, 캡의 개폐가 용이하도록 분무통으로 힌지결합 하도록 구성되어, 종래에 약액의 투입량을 정확히 확인하기 위하여 제트노즐부를 통채로 들어올려야 하는 불편함을 해소할 수 있으며, 다른 예로 캡이 별도로 분리되어 있는 경우에도 위생상 좋지 않거나 캡을 분실할 수 있는 문제점을 해소하였고, 캡의 하측면에 돌출부를 형성하여 보다 견고하고 밀접하게 밀봉할 수 있으므로, 약액의 누출을 방지하고 이물질의 내부유입을 막을 수 있는 효과를 갖게 하였다.

또한 캡의 상측면으로 커버부를 구비하여 외부공기유입공으로 이물질이 유입되는 것을 방지할 수 있으므로, 치료효과를 높일 수 있는 효과를 갖는다.

그림 1(b)는 본 고안의 일 실시예를 보인 분해사시도이고, 그림 1(a)는 그림 1(b)에 따른 요부절개 사시도로서 도시된 바와 같이, 원통형의 분무통과, 상기 분무통의 일측 상부에 형성된 원통형 배출구와, 상기 분무통의 하측으로 형성된 원통형의 에어주입구와, 상기 분무통의 내측으로 상기 에어주입구와 연통되도록 형성된 유도관으로 구성되는 케이스가 구비되고, 상기 케이스의 상측으로 결합되며 몸통의 중심에 형성된 외부공기유입공과, 상기 몸통의 하부에 가로방향으로 연장된 가로격벽과, 상기 몸통의 후방측면에 세로방향으로 연장되며 상기 가로격벽의 끝단과 연결되는 세로격벽과, 상기 몸통의 하단으로 구비된 슬릿형의 충돌판과, 상기 충돌판의 하측으로 구비된 깔대기형의 흡인대로 구성되는 제트노즐부가 구비되어 있다.

이때 상기 분무통의 내측면에는 가이드돌기가길이방향으로 형성되어 있고, 이에 대응하여 상기 제트노즐부의 가로격벽에는 가이드홈이 형성되어 있으므로, 상기 분무통에 상기 제트노즐부를 결합할 때 용이하게 정확한 위치로 삽입할 수 있게 된다. 또한 상기 유도관은 종래의 원뿔형과는 달리 육각형의 기둥에 끝이 뾰족하게 형성되어 있으며, 하측으로는 육각형의 외주면을 따라 유도홈이 형성된 단턱부가 형성되어 있다.

별도로 구비된 캡은 상기 분무통의 상단부로 힌지결합되도록 구성되어 있으며, 상기 캡의 하측면에는 단턱지게 돌출부가 형성되어 있어서 상기 제트노즐부의 외부공기유입공으로 삽입되도록 구성되어 있다. 따라서 상기 분무통에 상기 제트노즐부를 삽입한 후 상기 캡을 닫으면, 상기 돌출부가 상기 제트노즐부의 외부공기유입공으로 삽입되므로 보다 밀접한 결합이 이루어지게 된다.

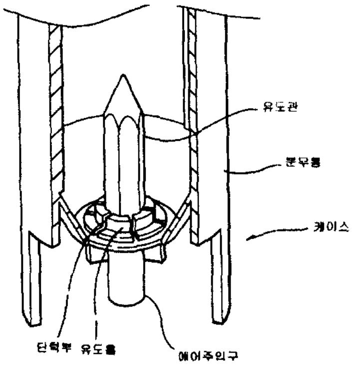


그림 1. (a). 노즐의 요부절개도
Fig. 1. (a). Principal Incisoin of The Nozzle

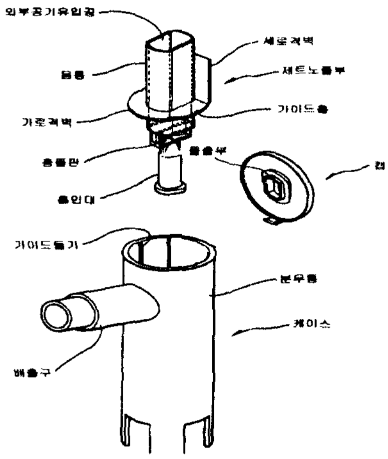


그림 1. (b). 노즐의 분해사시도
Fig. 1. (b). Deal Drawing of The Nozzle

4. 컴프레서의 설계

(1) 공기압축기의 분류

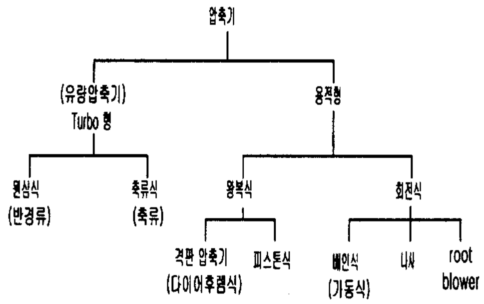


그림 2. 압축원리, 구조상의 분류
Fig. 2. Principle of The Compression and Classification of The Structual

출력에 의한 분류 0.2~14[kW]의 것을 소형, 15~75[kW]의 것을 중형, 75[kW]를 초과하는 것을 대형으로 분류한다.

토출압력에 의한 분류:7~8[kg/㎠]의 것을 저압, 10~15[kg/㎠]의것을중압,15[kg/㎠] 이상의 것을 고압으로 분류한다.

(2) 용적형 공기 압축기

밀폐된 용기 속의공기를압축하여압력을사용하는 것인데, 압축을 왕복 운동에 의하는 왕복식과 회전운동에 의하는 회전식으로 나누어진다. 왕복식은 압축실의 용적변화를 왕복운동에 의해 얻는 것을 말하며, 회전식은 회전자의 회전운동에 의한 용적변화를 회전운동에 의해 얻는 것을 말한다. 일반 산업용 으로는 용적형의 것이많이 사용되고 있다[2].

(3)Diaphragm 압축기

일종의 피스톤 압축기에 속한다. 이 압축기는 피스톤이 격판에 의해 흡입실로부터 분리되어 있다. 즉, 공기가 왕복운동을 하는 부분과 직접 접촉하지 않기 때문에 공기에 기름이 섞이지 않게 된다[3].

본 제품의 Air Compressor는 피스톤부분 피스톤 부분을 다이어후렘으로 한 무급유형이다.

본 연구는 전기식 공기펌프에 관한 것으로, 좀 더 상세하게는 진동부위에 케이스와 연결된 스프링을 장착함으로서 진동부의 진동효율을 높여 고무펌프의 공기발생량을 증대시키고 고무펌프의 내구성을 높일 수 있는 전기식 공기펌프에 관한 것이다. 공기펌프는 크게 전원을 공급받아 전자석에 의한 자기장으로 진동을 일으켜 공기를 배출하는 방법과 물리적인 힘으로 실린더 내부의 피스톤의 왕복운동을 이용하여 공기를 배출하는 방법으로 나뉘며, 사용용도로는 타이어에 공기를 주입시키거나 어항이나 정화조, 산소통 및 천식용 의료기 등으로 사용하여 공기를 발생시키는데 사용되는 것이 보통이다.

전기식 공기펌프는 주로 전자석원리를 이용한 것으로, 전자석 코일이 감싸진 트렌스에 탄성을 갖는 진동부가 양쪽에 각각 장착되는데, 진동부는 영구자석부위가 트랜스를 향하여 소정의 간격을 유지한체 마주보도록 설치되어 있어 전원을 공급하면 전기가 전자석 코일을 지나게 되면서 진동부의 자석에 영향을 주게 된다.

따라서 전자석 코일의 영향을 받은 진동부의 영구자석은 극이 편중된 상태로 존재하기 때문에 밀어내는 척력을 갖게 되는데, 척력을 갖는 영구자석들은 서로 밀어내는 힘에 벌어졌다가 탄성에 의해 본 위치로 돌아오게 되고, 다시 자석간의 거리가 가까워짐에 따라 척력이 작용하여 벌어지게 되는 현상을 반복함으로써 진동을 하게 된다.

발생된 진동은 진동부의 내부나 또는 외부에 장착된 고무펌프를 팽창과 수축현상을 반복하면서 펌프통의 토출구를 통하여 공기를 배출하도록 하는 것이다. 하지만 전기식 공기펌프의 경우는 단지 진동부의 탄성력에 의해 공기펌프를 가압하여 공기를 배출시키기 때문에 가압하는 힘이 적어 한번에 다량의 공기가 배출되지 못하며, 오직 자석의 척력에 의지한 채 진동이 일어나므로 진동효율도 낮을 뿐만 아니라 진동부의 빠른 왕복으로 인한 기계상의 무리로 진동부와 고무펌프의 노후를 가져온다는 문제점이 발생되었다. 본 고안의 공기펌프는 진동부와 케이스 사이에 탄성체를 장착함으로서 진동부의 진동범위를 일정하게 하여 지속적인 진동과 함께 진동속도를 증가시켜 진동효율을 높이게 되고, 진동부의 이동방향에 따라 반발탄성을 가함으로서 공기펌프의 가압력을 높여 다량의 공기의 배출이 가능하게 하는 동시에 진동부의 빠른 왕복운동에 의한 기계상의 무리함을 덜어주어 고장의 위험성을 줄일 수 있는 효과를 가져오는 것이다.

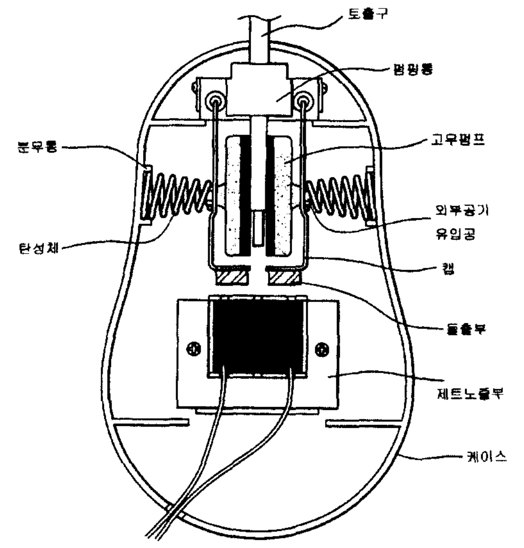


그림 3. 공기펌프의 평면도
Fig. 3. Ground Plan of The Air-Compressor

5. 실험 및 측정

본 연구에서의 실험 및 측정 항목은 본체의 소음, 전기기포 발생기의 풍압 · 풍량 및 분사기(Atomizer)에서 분사된 기체의 입자도이다.

(1) 입자도 측정-Malvern(Droplet and Particle Size Analyser Series 2600)

기존 네블라이저를 생산하는 외국기업의 경우 입자도에 대한 의학적인 뚜렷한 명시는 없으나 5[㎛]이하의 입자가 전 분무량의 60[%]이상이면 치료효과가 있는 것으로 명시되어 있다.

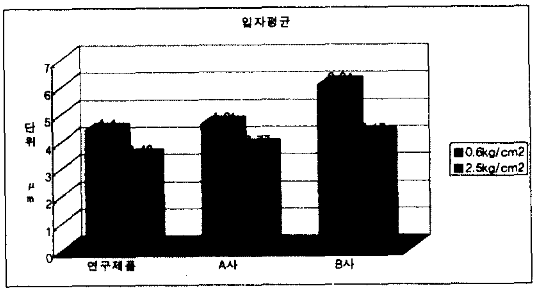
이에 본 연구제품의 입자도 테스트를 5회에 걸쳐 시행한 결과 0.6[kg/㎠], 2.5[kg/㎠]의 Air Compressor에서 5[㎛]이하의 입자가 전 분무량의 60[%]이상을 유지했기 때문에 의학적 치료효과가 있는 것으로 판명되었다.

아래 표와 그림은 외국제품과 본 연구제품의 입자도 테스트 결과를 평균값으로 나타낸 것이다.

측정된 입자도 크기가 0.27[㎛]~12[㎛]의 입자가 측정되었고 그 입자들의 평균입자크기를 도표 및 그래프로 나타낸 것이다.

표 1. 제품별 입자도 비교
Table 1. Particle Size Comparison of The Product

입자도 / 용량	연구제품		A사		b사	
	입자 평균	5㎛ 이하	입자 평균	5㎛ 이하	입자 평균	5㎛ 이하
0.6kg/㎠	4.40㎛	62.7%	4.61㎛	56.4%	6.04㎛	33.0%
2.5kg/㎠	3.42㎛	100%	3.77㎛	96.0%	4.17㎛	89.9%



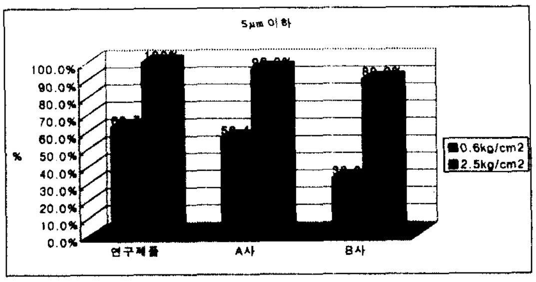


그림 4. 제품별 입자도 비교 그래프
Fig. 4. Particle Size Comparison graph of The Product

표 1에서 볼 수 있듯이 각 용량의 Air Compressor에서 제안된 노즐부분의 개선을 통해 기존외국제품보다 성능향상을 이룬 것을 알수 있다. 본 연구제품에서 사용되어진 0.6[kg/㎠]의 Air Compressor를 사용하였을 때 5[㎛]이하의 입자가 전 분무량의 60[%]이상이면 치료효과가 있는 것으로 명시된 것을 감안하였을 때 적은 전력으로 충분한 치료효과를 볼수 있게 되었다. A사와 B사를 비교해 보았을 때 0.6[kg/㎠]의 Air Compressor에서는 본 연구제품만이 의학적 치료기준인 5[㎛]이하의 입자가 전 분무량의 60[%]이상을 유지했음이 증명되었고, 2.5[kg/㎠]의 Air Compressor를 사용하였을때는 전 제품이 의학적 치료기준을 넘었으나 본 연구제품만이 전 입자가 5[㎛]이하였음이 실험결과로 나타났기 때문에 노즐부

분의 성능이 향상되었음을 보여주는 결과이다.

(2) Air Compressor의 비교 아래표 2는 0.6[kg/㎠]의 Air Compressor와 2.5[kg/㎠]의 Air Compressor의 풍압·풍량의 실험 최소치와 최대치 및 비고란에 에너지 사용량을 나타내었다.

표 2. Compressor에 따른 풍압, 풍량 및 비고
Table 2. Wind Pressure, Airflow and Notes of The Compressor

용 량	풍압 (kgf/㎠)	풍량 (ℓ/min)	비고
0.6kg/㎠의 다이아후렘 (연구제품)	0.58	16	10W 0.15A 3000RPM 60Hz
	0.6	18	
2.5kg/㎠의 피스톤방식 (기존제품)	1.8	17	25W 0.8A 3000RPM 60Hz
	2.5	20	

6. 결 론

위에서 설명된 바와 같이 기존 네블라이저를 생산하는 외국기업의 경우 입자도에 대한 의학 적인 뚜렷한 명시는 없으나 5[㎛]이하의 입자가 전 분무량의 60[%] 이상이면 치료효과가 있는것으로 명시되어 있다[4]. 이처럼 본연구 제품은 분사장치의 유도관을 다각형으로 형성 하여 간단한 구성으로 약액이 용이하게 흡입될 수 있도록 하였으며, 충돌부에 V형의 각도를 주어 약액을 더욱 미세하게 분해시킬 수 있도록하여 치료효과 상승을 가져 왔다.

또한 작은 압력의 Air Compressor로 의학적 치료 기준치인 5'[㎛]이하의 입자가 전 분무량의 60[%] 이상 발생되도록 하였으며, 2.5[kg/㎠]의 왕복식 피스톤 Air Compressor를 사용하던 기존제품보다 본 연구제품은 0.6[kg/㎠]의 다이아후렘방식의 Air-Compressor를 사용하여 에너지 절감 및 소음의 절감 그리고 생산원가의 절감면에서 성능의 향상을 꾀하였다.

특히 가정용 네블라이저를 외국 제품의 수입에 의존해 오던 것을 국내기술로 독자적으로 개발하였다는 점에 큰 의미를 두고 있다.

본 연구는 강원대학교 BK21사업단의 지원으로 수행되었습니다.

References

[1] Hans Bottke "A Compendium of Inhalation Therapy" Pari units, pp. 12~21.
[2] 차홍식,홍민성 공저 "공유압제어이론과 실습" 일진사, pp. 42~43.
[3] 박봉진 저 "공기압의 실제" 세진사, pp. 26~27.
[4] Dieter Köhler, Wolfgang Fleischer "Established Facts in Inhalation Therapy" Arcis Verlag, pp. 8~11.

◇ 저자소개 ◇

김 남 호(金南豪)
1958년 8월 6일생. 1974년 서울대 공대 전기공학과 졸. 1977년 서울대 대학원 전기공학과(석사). 1993년 서울대 대학원 전기공학과(박사). 1977-82년 한국전기연구소. 선임연구원. 현재 강원대 공대전기전자정보통신공학부 교수.

백 규 열(白圭烈)
1970년 4월 18일생. 1994 강원대공대 전기공학과 졸. 1996년 8월 강원대 공대 전기공학과 대학원 석사 졸업. 현재 강원대 공대 전기공학과 대학원 박사과정.

정 혁 진(丁赫鎭)
1974년 3월 14일생. 2001년 강원대 공대 전기공학과 졸. 2003년 2월 강원대 공대 전기공학과 대학원 석사 졸업예정.

김 우 식(金祐湜)
1995년 2월 성균관대 생물자원과학대 졸. 1995년 3월 대덕 밸리 KIST 유전공학연구소 연구원. 현재 YB-TECH 대표.