

공기식 마늘 박피기의 적정 설계를 위한  
요인별 영향 분석

**Analysis of Performance of an Air-Type Garlic Peeler  
for its Optimum Design**

조용진\*  
Y. J. Cho\*

김철진\*  
C. J. Kim\*

**Summary**

Recently, a garlic peeler with high performance is being demanded due to increase of consumption of peeled garlic. Although the air type out of various types of garlic peelers is recommended to remove effectively skin of garlic, it has an important problem of large energy consumption.

This study was performed to analyze performance of an air-type garlic peeler for its optimum design. Performance indices to represent performance of garlic peeler include peeling ratio, energy efficiency and peeling performance.

The factors such as aperture of nozzle, angle and position of air injection, charge rate of garlic, peeling time and so on must be considered to design optimally an air-type garlic peeler.

---

\* 한국식품개발연구원

## 1. 서론

최근 마늘의 유통은 기존의 통마늘 유통에서 깎마늘 유통으로 급격히 변화되고 있어 마늘의 박피 작업이 관심의 대상이 되고 있다. 마늘의 박피 작업은 마늘 박피기에 의해 이루어지고 있는데, 그 동안 소개되었거나 현재 사용 중에 있는 박피기의 유형은 크게 습식과 건식으로 나누어지고, 건식은 다시 마찰식과 공기식으로 구분되고 있다.

습식 박피기는 물을 채운 수조 내에 마늘을 투입한 상태에서 수조를 회전시키거나 수조 내에 설치된 돌기를 회전시켜 마늘과 마늘의 마찰, 마늘과 유체의 마찰, 마늘과 수조면 또는 돌기와 마찰 등의 작용에 의해 마늘을 박피하는 형태이다. 이와 같은 습식 박피 방법은 김치 공장 등에서와 같은 마늘 가공 공정에서 일부 사용되고 있으나 낮은 박피 효율, 기계 이용의 불편, 마늘 성분 유출에 대한 우려등의 이유로 점차 사용을 기피하고 있는 실정이다.

반면에, 건식 박피기는 건조된 상태의 마늘을 그대로 박피하는 형태로서, 건식 박피기에서는 마찰판의 마찰에 의한 방법, 회전하는 돌기의 마찰에 의한 방법, 압축 공기에 의한 방법 등의 원리가 이용되고 있다. 특히 최근에는 압축 공기에 의한 박피 방법을 이용하는 박피기가 널리 이용되고 있는데, 박피 작업이 용이하고 가공용 마늘

의 박피 작업 뿐만 아니라 생식용 마늘의 박피 작업에도 적합하여 그 이용이 계속 증가하는 추세에 있다.

그런데, 공기식 박피기의 경우 박피 작업시 많은 양의 압축 공기가 필요하기 때문에 에너지가 매우 많이 소요됨에도 불구하고 현재 현장에서는 박피율에 관한 개념만 사용되고 있을 뿐 박피기의 박피 능력, 소요 에너지 등에 관한 고려는 무시되고 있는 실정이다. 이로 인하여 마늘 박피기의 합리적인 설계 및 운전을 기대하기는 어려운 형편이다.

따라서, 본 연구에서는 실험용 공기식 박피기를 설계 제작하여 노즐의 구경, 마늘 투입량, 압축공기 분사시간, 노즐 설치각 등에 따른 박피율, 에너지 이용 효율 및 박피 성능을 분석하여 공기식 마늘 박피기의 적정 설계를 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 실험 재료

#### 1) 박피기의 설계 및 제작

먼저 예비 실험을 통하여 공기식 박피의 원리를 고찰한 결과, 마늘로부터 껍질이 분리되는 현상은 마늘과 마늘의 마찰에 의한 찰리 작용, 마늘과 박피통 벽면의 마찰에 의한 찰리 작용, 기

Table 1. Specifications of the garlic peeler for experiment

Component	Specifications
Peeling chamber	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Material : Transparent</li> <li>◦ Dimension : <math>\phi 200 \times H250</math></li> <li>◦ Dia. of air discharge : <math>\phi 50</math></li> </ul>
Air injection system	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 4 pairs of nozzles to make spiral line : Stepping angle of <math>45^\circ</math> Stepping height of 20mm Each nozzle of a pair : On the same circle</li> <li>◦ Angle of air injection : Adjustable to <math>45^\circ</math> from direction for center of circle</li> </ul>
Timer	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Range : 0~10 min</li> <li>◦ Accuracy : 1 sec</li> </ul>

류에 의한 분리 작용이 복합적으로 작용하여 일어나는 것으로 분석되었다.

이와 같은 결과를 토대로 공기식 마늘 박피기의 설계 기준을 제시할 수 있는 바, 기본적으로 박피통에서의 노즐의 배치가 가장 중요한 고려 사항으로서 마늘이 박피통 내에서 유동할 때 슐림 현상없이 원활한 원형 운동을 할 수 있도록 노즐이 나선형으로 배치되어야 한다.

본 연구에서 사용된 마늘 박피기는 표 1과 같은 사양에 의해 제작되었으며 박피기의 실물은 그림 1과 같다.

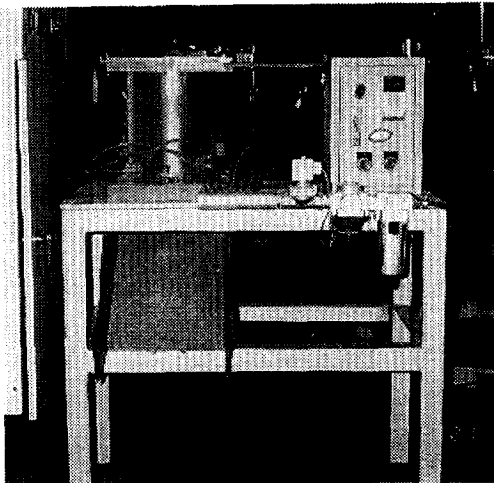


Fig. 1 The garlic peeler for experiment

2) 실험용 마늘

공기식 마늘 박피기의 성능 평가를 위해 사용된 마늘은 1993년도의 전남 무안산으로서 수확

직후 산지에서 구입한 것이다. 박피 실험전에 통마늘을 수작업에 의해 쪽마늘로 분할한 후 50°C에서 약 4시간 건조하여 사용하였다. 이때 마늘 껍질의 평균 함수율은 16.7%이었다. 한편, 쪽마늘의 산물밀도는 454kg/m<sup>3</sup>이었다.

나. 실험방법

공기식 마늘 박피기의 성능을 평가하기 위하여 다음과 같은 성능지수(performance index)를 정의하였다.

$$\text{박피율} = \frac{\text{간마늘의 수}}{\text{투입된 마늘의 수}} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{에너지 이용 효율} = \frac{\text{박피된 마늘의 무게(kg)}}{\text{공기에 의한 투입에너지(kJ)}} \dots (2)$$

$$\text{박피성능} = \text{단위 시간당 박피된 마늘의 무게(kg)} \dots\dots\dots (3)$$

(2)식에서 공기에 의한 투입에너지는 Bernoulli식을 이용하여 산출하였으며, 공기압축기, 배관, 노즐에서의 손실을 무시하였다.

본 연구에서는 (1), (2) 및 (3)식에 의해 마늘 박피기의 성능을 평가하기 위하여 표 2와 같은 요인별 박피 실험을 수행하였다. 한편, 각 실험은 3회 반복 실시하였다. 표 3은 본 연구에 사용된 공압 시스템에서 노즐별 공기의 압력 및 분사 속도를 나타낸 것이다.

Table 2. Experimental conditions

Factor		Level
Nozzle aperture φ2.0	Garlic charge(g)	100, 200, 300, 400, 500
	Peeling time(sec)	5, 10, 15, 20, 25, 30
Nozzle aperture φ1.0	Garlic charge(g)	50, 100, 150, 200, 250
	Peeling time(sec)	5, 10, 15, 20
Angle of air injection(degree)		0, 45

Table 3. Pressure and velocity when air is injected

Nozzle aperture	Pressure(kPa)	Velocity(m/s)
φ 2.0	415.8	35.4
φ 1.0	637.4	29.6

### 3. 결과 및 고찰

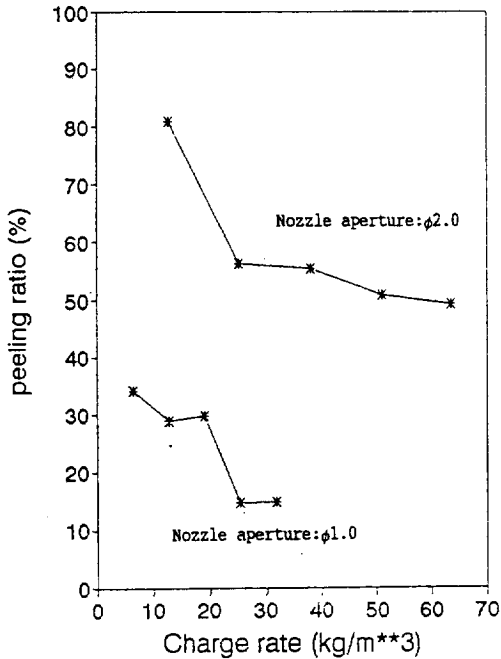
#### 가. 박피율

박피율은 마늘 박피기의 성능을 평가할 수 있는 주요 지표 중의 하나이다. 우선 박피율이 높아야 선별, 재박피 등과 같은 박피 후 처리 작업이 용이하게 이루어질 수 있어 박피율 제고를 위한 박피기의 개선 내지는 박피기의 개발이 요구되는 것이다. 여기서는 마늘 박피기에서 여러 가지 요인이 마늘의 박피율에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

그림 2는 φ 2.0 노즐과 φ 1.0 노즐을 사용하였을 때 단위 부피당 마늘 투입량에 따른 박피율을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 마늘의 투입량이 증가할수록 박피율은 감소하는 것을 알 수 있다. 이러한 정도는 φ 2.0 노즐의 경우 마늘의 투입량을 최초 12.73kg/m<sup>3</sup>에서 2배로 증가시켰을 때 69% 수준까지 감소하는 것으로 나타났으며, φ 1.0 노즐을 사용하였을 경우에는 51% 수준까지 감소하는 것으로 나타났다. 한편, 그림 2에서 두 경우를 전체적으로 비교해 보면, 박피시 노즐의 구경 즉, 분사 공기량의 영향이 매우 큼을 알 수 있다.

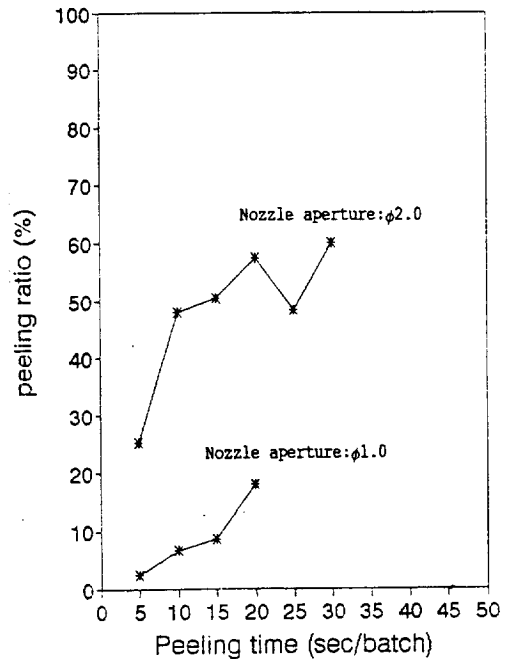
결국, 박피율을 제고시키기 위해서는 마늘을 적게 투입하여 구경이 큰 노즐을 사용하여야 함을 알 수 있다. 그러나 이러한 경우 마늘이 기계적 손상을 입을 우려가 매우 큼을 고려해야 한다.

그림 3은 φ 2.0 노즐과 φ 1.0 노즐을 사용하였을 때 박피 시간에 따른 마늘의 박피율을 나타낸



Peeling time: 20sec/batch  
Volume of peeling chamber: 0.007854m<sup>3</sup>

Fig. 2 Peeling ratio with respect to charge rate of garlic



Charge rate of garlic: 38.20kg/m<sup>3</sup>

Fig. 3 Peeling ratio with respect to peeling time

것이다. 그림에서 보는 바와 같이 박피 시간이 증가할수록 박피율은 증가하는 것으로 나타났다. 마늘의 박피 시간을 최초 5sec/회에서 4배로 증가시켰을 때,  $\phi 2.0$  노즐을 사용하였을 경우 박피율은 2.3배 증가하였으며,  $\phi 1.0$  노즐을 사용하였을 경우에는 7.9배나 증가한 것으로 나타났다. 그러나  $\phi 1.0$  노즐의 경우 전체적으로 박피율이 매우 저조하기 때문에 박피 시간 증가에 따른 박피율의 증가 효과는 실제적으로 큰 의미가 없는 것으로 판단된다.

Table 4. Peeling ratio with respect to angle of air injection(Nozzle aperture :  $\phi 2.0$ , Charge rate of garlic :  $38.20\text{kg/m}^3$ , Peeling time : 20sec/batch)

Injection angle(degree)	Peeling ratio(%)
0	14.7
45	56.3

한편, 표 4는 노즐의 설치각에 따른 마늘의 박피율을 나타낸 것이다. 박피통에서 노즐의 분사 방향이 박피 원통의 중심선과 나란한 방향인 노즐 설치각  $0^\circ$ 의 경우 박피율은 14.7%에 불과한 것으로 나타났으며,  $45^\circ$ 인 경우 56.3%로 나타났다. 본 연구를 통해 파악된 바에 의하면 노즐의 설치각은  $45^\circ$ 가 양호한 편이며, 무엇보다도 공기의 분사 상태가 편이되지 않고 균형을 유지하는 것이 중요한 것으로 나타났다.

나. 에너지 이용 효율

에너지 이용 효율은 마늘 박피기의 성능을 평가하는 데 있어 박피율과는 다른 또 하나의 지표가 될 수 있다. 이것은 소요 에너지의 투입 정도와는 무관하게 평가된 박피율과는 달리 주어진 에너지 조건하에서 마늘의 박피량을 나타내는 척도가 된다. 여기서는 마늘 박피기에서 여러 가지 요인이 박피기의 에너지 이용 효율에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

그림 4는  $\phi 2.0$  노즐과  $\phi 1.0$  노즐을 사용하였을

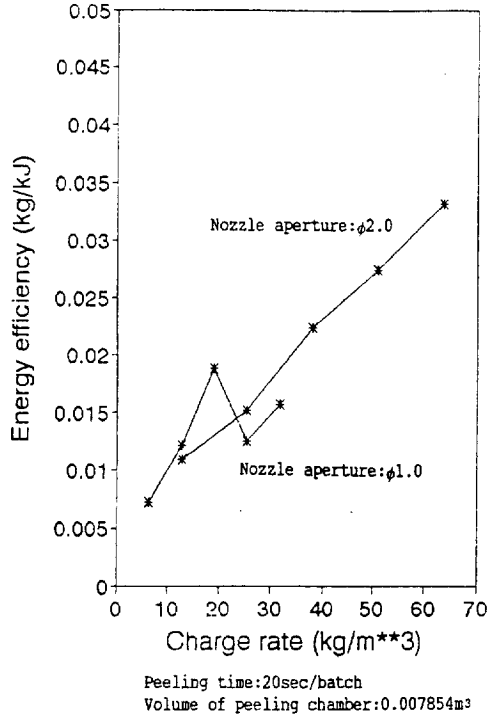


Fig. 4 Energy efficiency with respect to charge rate of garlic

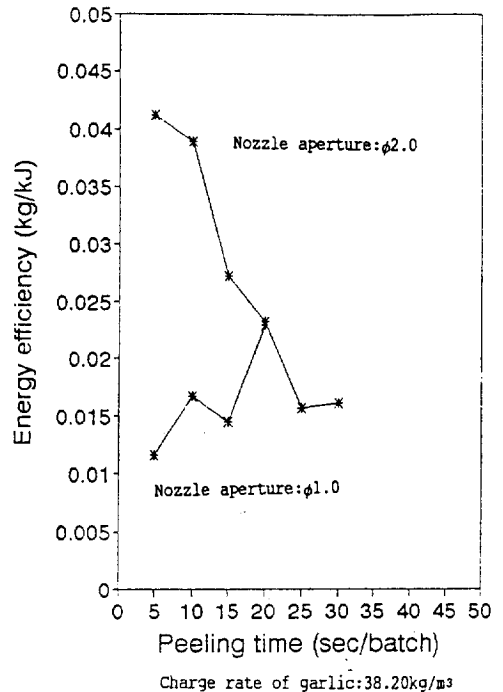


Fig. 5 Energy efficiency with respect to peeling time

때 단위 부피당 마늘 투입량에 따른 에너지 이용 효율을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 실험 조건 범위내에서 마늘 투입량이 증가할수록 에너지 이용 효율은 증가하는 것으로 나타났다. 특히, 압축 공기의 분사량이 충분해야 마늘 투입량의 증가에 따른 에너지 이용효율의 증가가 효과적으로 나타날 수 있는 것으로 판단된다.

그림 5는  $\phi 2.0$  노즐과  $\phi 1.0$  노즐을 사용하였을 때 박피 시간에 따른 에너지 이용 효율을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이  $\phi 2.0$  노즐의 경우 박피시간이 짧을수록 에너지 이용 효율이 높게 나타났으며,  $\phi 1.0$  노즐의 경우에는 반대의 경향이 나타났으나, 전체적으로 볼 때 박피 시간이 증가함에 따라 에너지 이용 측면에서는 불리함을 알 수 있다.

Table 5. Energy efficiency with respect to angle of air injection (Nozzle aperture :  $\phi 2.0$ , Charge rate of garlic :  $38.20\text{kg/m}^3$ , Peeling time :  $20\text{sec/batch}$ )

Injection angle (degree)	Energy efficiency (kg/kJ)
0	0.00595
45	0.02278

한편, 표 5는 노즐의 설치각에 따른 에너지 이용 효율을 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 박피율의 경우와 마찬가지로 노즐의 설치각이  $45^\circ$ 일 때 에너지 이용 효율이 높은 것으로 나타났다.

다. 박피 성능

박피 성능은 마늘 박피기에 의해 시간당 생산할 수 있는 능력을 나타낸다. 여기서는 마늘박피기에서 여러가지 요인이 마늘의 박피 성능에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

그림 6은  $\phi 2.0$  노즐과  $\phi 1.0$  노즐을 사용하였을 때 단위 부피당 마늘 투입량에 따른 박피 성능을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 마늘의 투입량이 증가할수록 마늘의 박피 성능은 증가함을 알 수 있다. 특히  $\phi 2.0$  노즐을 사용하였을

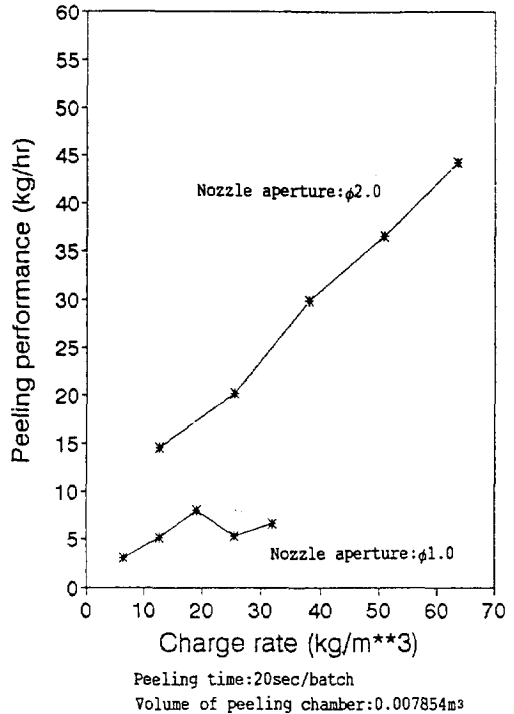


Fig. 6 Peeling performance with respect to charge rate of garlic

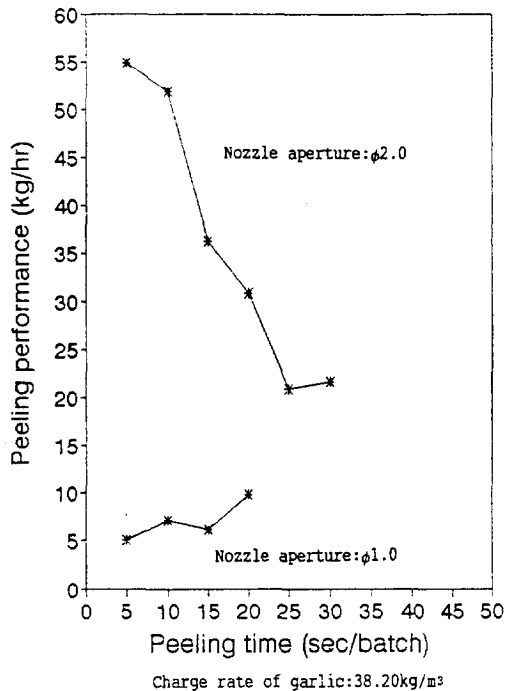


Fig. 7 Peeling performance with respect to peeling time

때 마늘 투입량의 증가에 따른 효과가 두드러지는 것을 알 수 있다.

그림 7은 구경  $\phi 2.0$  노즐과  $\phi 1.0$  노즐을 사용하였을 때 박피 시간에 따른 박피 성능을 나타낸 것이다.  $\phi 2.0$  노즐의 경우에서 박피 시간이 증가할수록 박피 성능은 감소하는 것으로 나타났으나, 반면에  $\phi 1.0$  노즐의 경우에는 박피 시간이 증가함에 따라 박피 성능이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나  $\phi 1.0$  노즐을 사용하였을 때는 박피 시간에 관계없이 전반적으로 박피 성능이 저조한 것으로 나타나 박피 시간에 따른 박피 성능의 증가 경향은 큰 의미를 가지지 못하는 것으로 판단된다.

Table 6. Peeling performance with respect to angle of air injection(Nozzle aperture :  $\phi 2.0$ , Charge rate of garlic : 38.20kg /m<sup>3</sup>, Peeling time : 20sec/batch)

Injection angle(degree)	Peeling performance(kg/hr)
0	7.9
45	30.4

한편, 표 6은 노즐 설치각에 따른 마늘의 박피 성능을 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 박피통에서 노즐이 원통의 중심선으로부터 45°로 설치되었을 때 박피 성능이 양호한 것을 알 수 있다.

#### 4. 결론

마늘 박피기에서 성능이 우수하다고 하면 적은 에너지를 사용하여 시간당 많은 깎마늘을 생

산할 수 있어야 함은 의미할 것이다. 그러기 위해서는 박피율, 에너지 이용 효율, 박피 성능 등이 모두 높은 마늘 박피기가 바람직함을 알 수 있다.

그러나, 앞에서 분석한 바에 의하면, 압축 공기의 분사량이 충분할 때 마늘의 투입량이 증가함에 따라 박피율은 감소하는 것으로 나타났고, 에너지 이용 효율 및 박피 성능은 증가하는 것으로 나타났다. 반면에, 박피 시간이 증가함에 따라 박피율은 증가하는 것으로 나타났으나 에너지 이용 효율 및 박피 성능은 감소하는 것으로 나타났다.

한편, 노즐의 설치각은 박피 원통의 중심선으로부터 45°를 이룰 때 박피율, 에너지 이용 효율, 박피 성능 모두가 양호한 것으로 나타났다.

이러한 결과로부터 효과적인 마늘 박피기의 설계 및 운전 을 위해서는 압축 공기의 분사량이 충분한 상태에서 단위 부피당 마늘의 투입량을 크게하고 1회의 박피 시간을 짧게 유지하는 조건이 바람직한 것으로 판단된다.

다만, 단위 부피당 마늘의 투입량이 지나치게 커서 박피율이 매우 저조하게 되면 박피 후 처리인 선별 및 재박피의 부하가 지나치게 증가하게 되므로 전체 공정의 최적화가 고려되어야 한다.

#### 참 고 문 헌

1. 김철진 외. 1993. 마늘의 박피시스템 개발에 관한 연구. 연구보고서. 한국식품개발연구원.
2. 특허청, 각년도, 특허 및 실용신안공보.