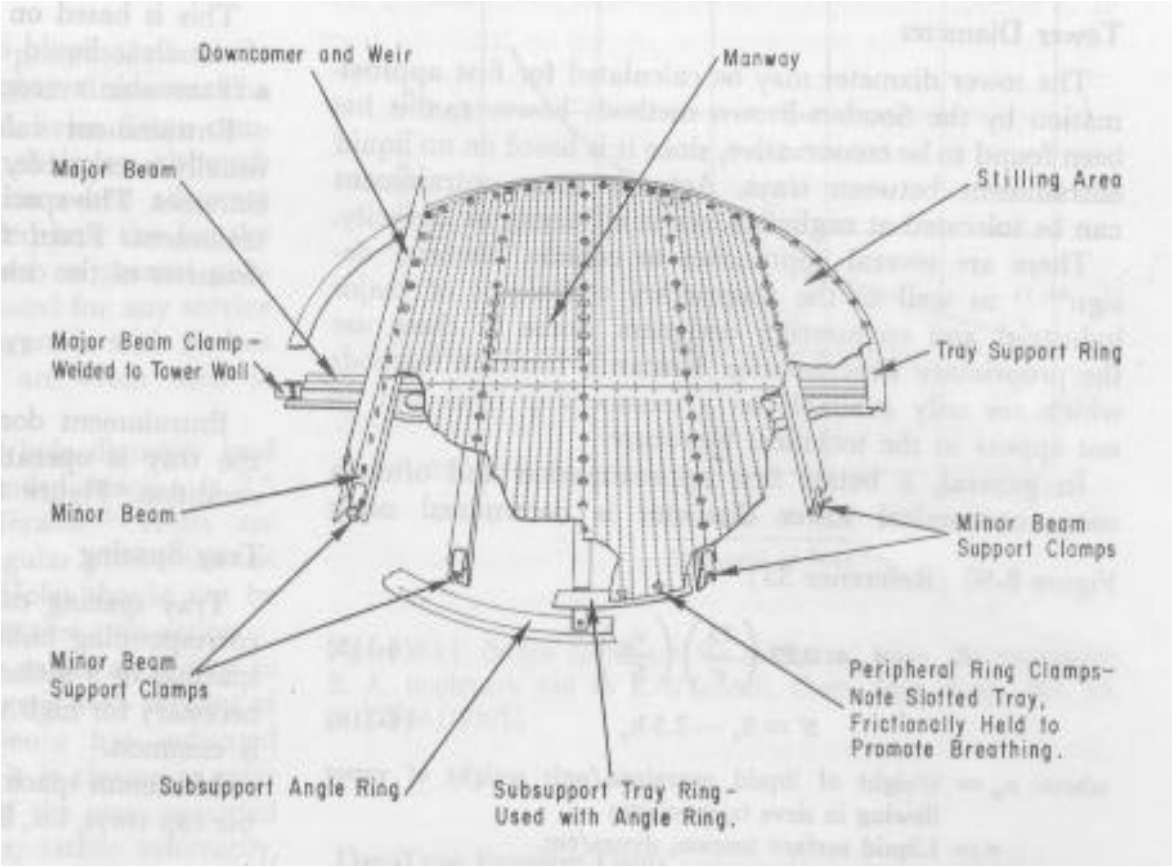
## Tray Tower

### 1) Tray 개요

Tower의 선택이나 운전의 핵심은 내부에서 증기와 액체가 어떻게 움직이는 가이며, 이는 주로 Tray의 형태에 달려 있다. 따라서 Tray의 형태는 Tower 운전에 있어 중요한 변수인 Capacity, Separation Efficiency, Pressure Drop, Turndown Ratio 결정에 매우 중요하다.

### 2) Tray의 구조



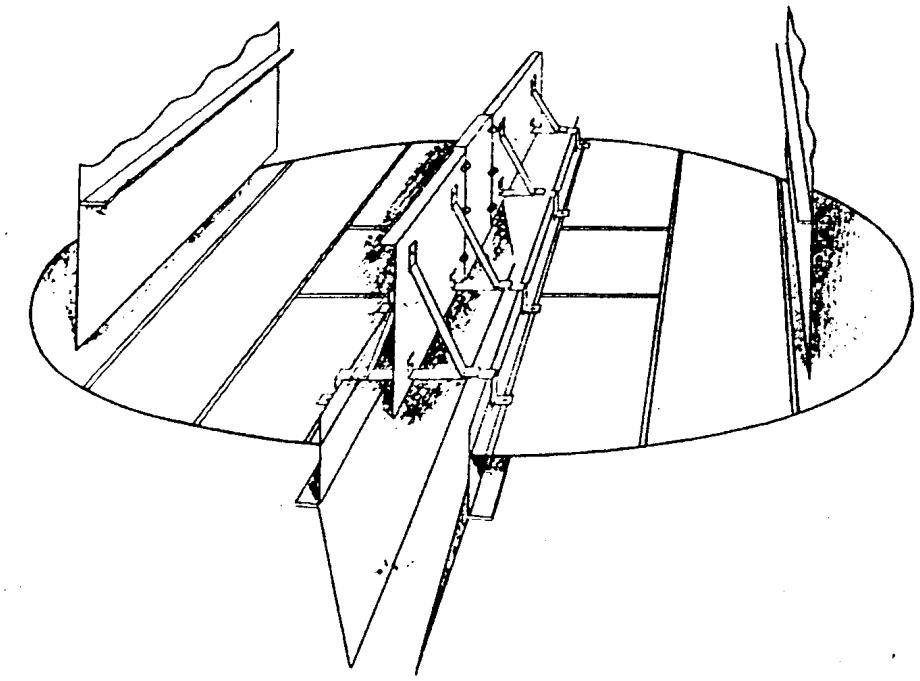

[그림 9] Tray의 구조

(1) Tray Deck (Tray Floor)

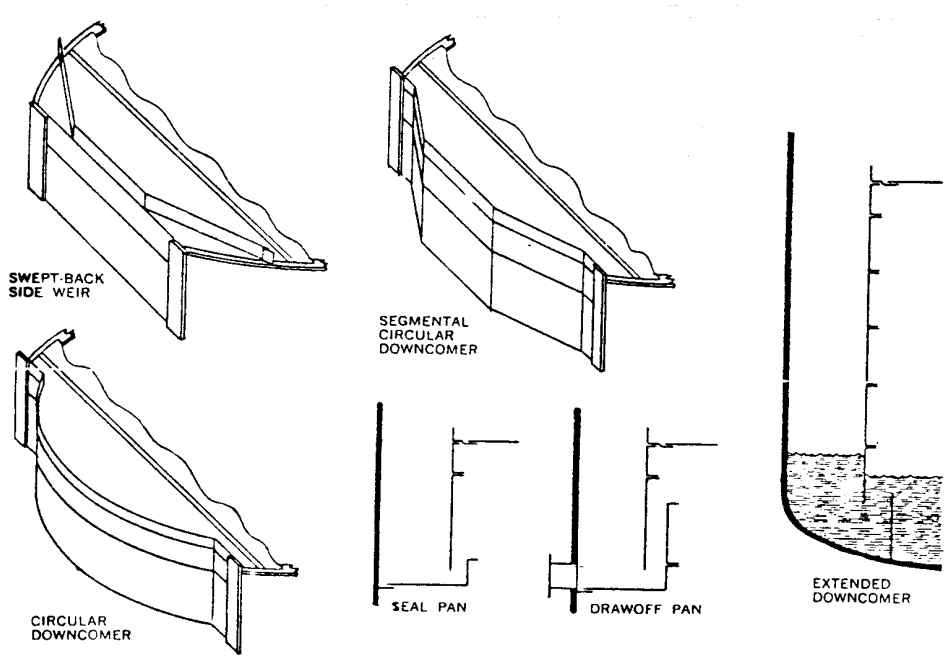
Liquid 와 Vapor 가 Cross Flow 로 서로 접촉하여 Mass Transfer 가 일어나는 부분과 Downcomer Inlet Area 로 구성되어 있다.

(2) Downcomer

Tray Deck 을 통과한 Liquid 를 아랫단의 Tray Deck 로 보내기 위한 통로이고 Tray 의 Performance 에 따라 아래 그림과 같은 여러가지 Type 으로 분류된다.



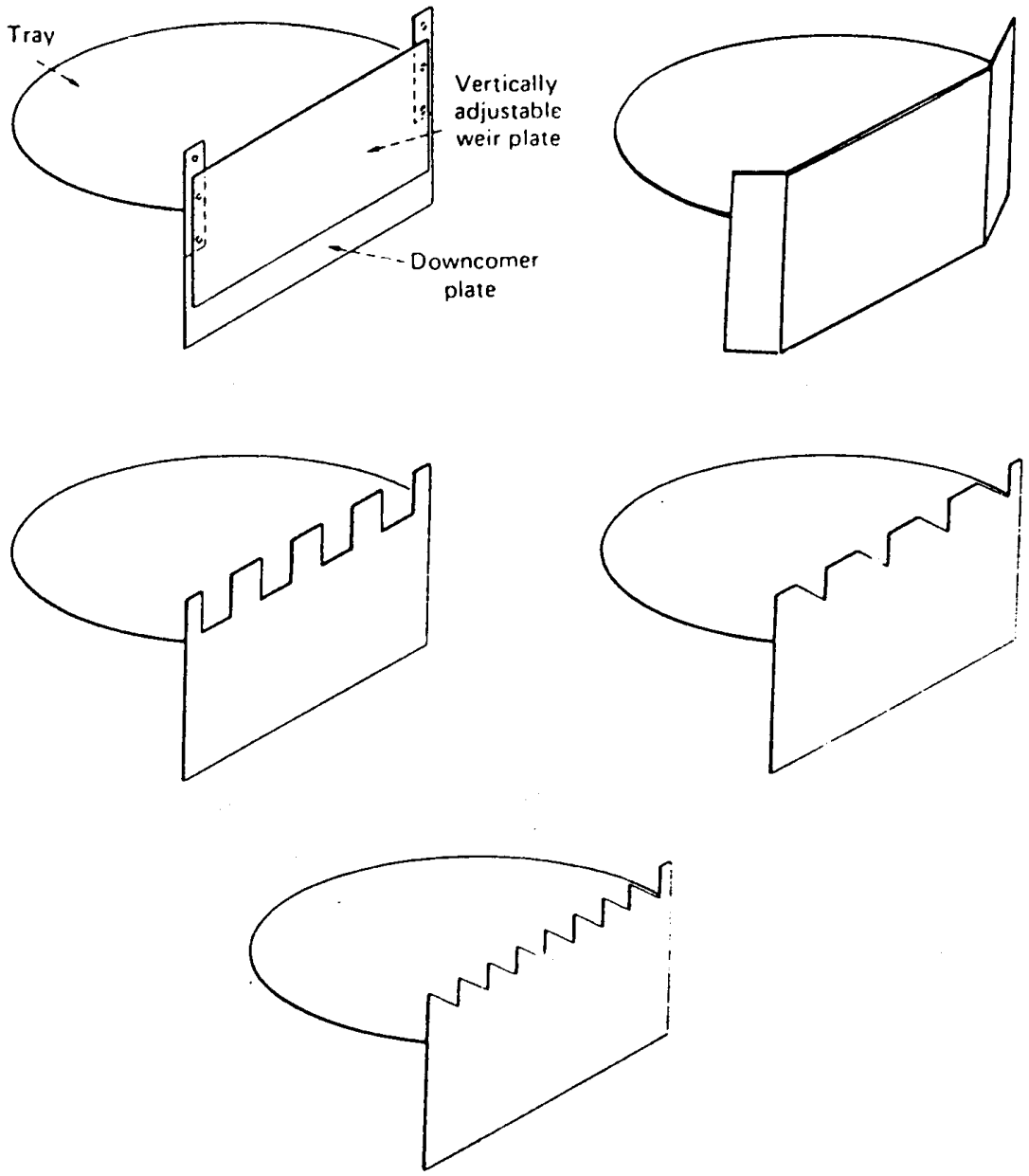
[그림 10) Tray Deck




[그림 11] Downcomer

(3) Outlet Weir

Tray Deck 에서 Downcomer 로 떨어지는 Liquid 를 정체시켜 Contact Time 을 늘리는 역할을 하는 것으로 Tray 의 Pressure Drop 에 가장 큰 영향을 끼친다.

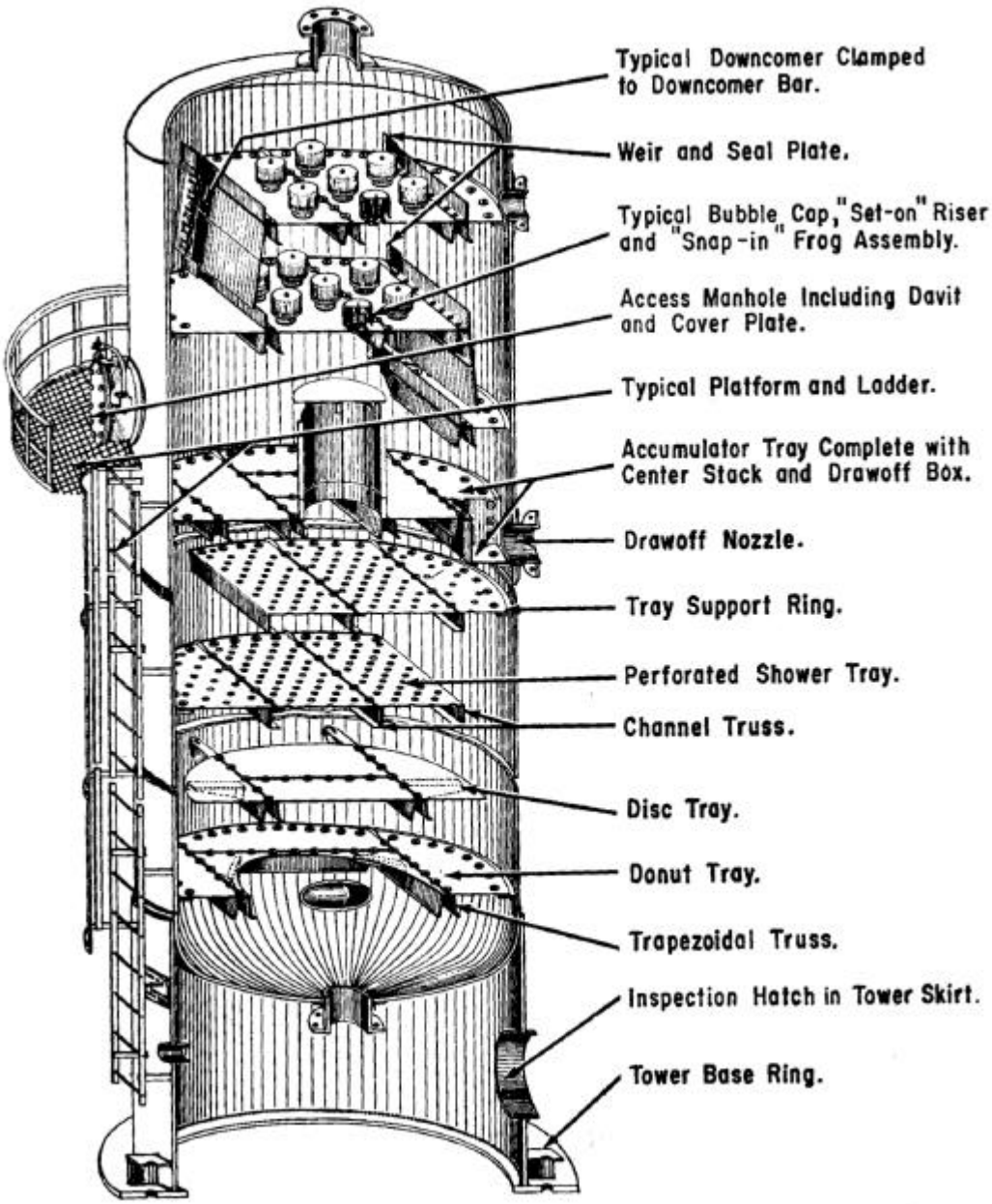



[그림 12] Weir 의 형상

(4) Inlet Weir

Downcomer 로부터 Tray Deck 의 Active Area 로 유입되는 와류상태의 Liquid 를 Steady 하게 바꾸고자 할 때와 Vapor 양이 많고 Liquid 양이 적을 때 Sealing 을 위하여 사용한다.

### 3) Tray Tower 의 구조




[그림 13] Tray Tower 의 구조

(1) Downcomer

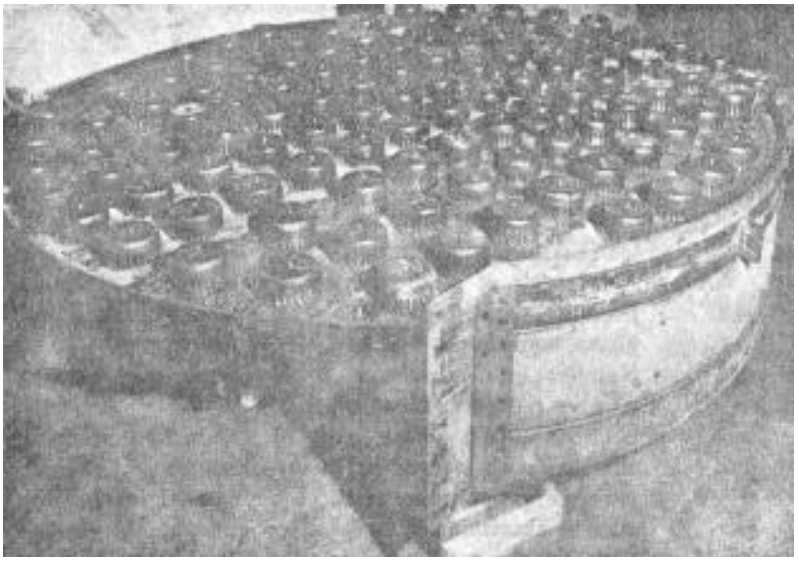
Tray Deck 을 통과한 Liquid 를 아랫단의 Tray Deck 로 보내기 위한 통로이고 Tray 의 Performance 에 따라 여러가지 Type 으로 분류된다.

(2) Weir And Seal Plate

Tray Deck 에서 Downcomer 로 떨어지는 Liquid 를 정체시켜 Contact Time 을 늘리기 위한 역할을 하는 것으로 Tray 의 Pressure Drop 에 가장 큰 영향을 끼친다.

(3) Bubble Cap

여러 Type 이 있으나 Bubble Cap Type 이 보편적으로 사용된다.
Vapor 는 Cap 의 Riser 와 Slot Area 를 통과하면서 Liquid 와 Contact 된다.



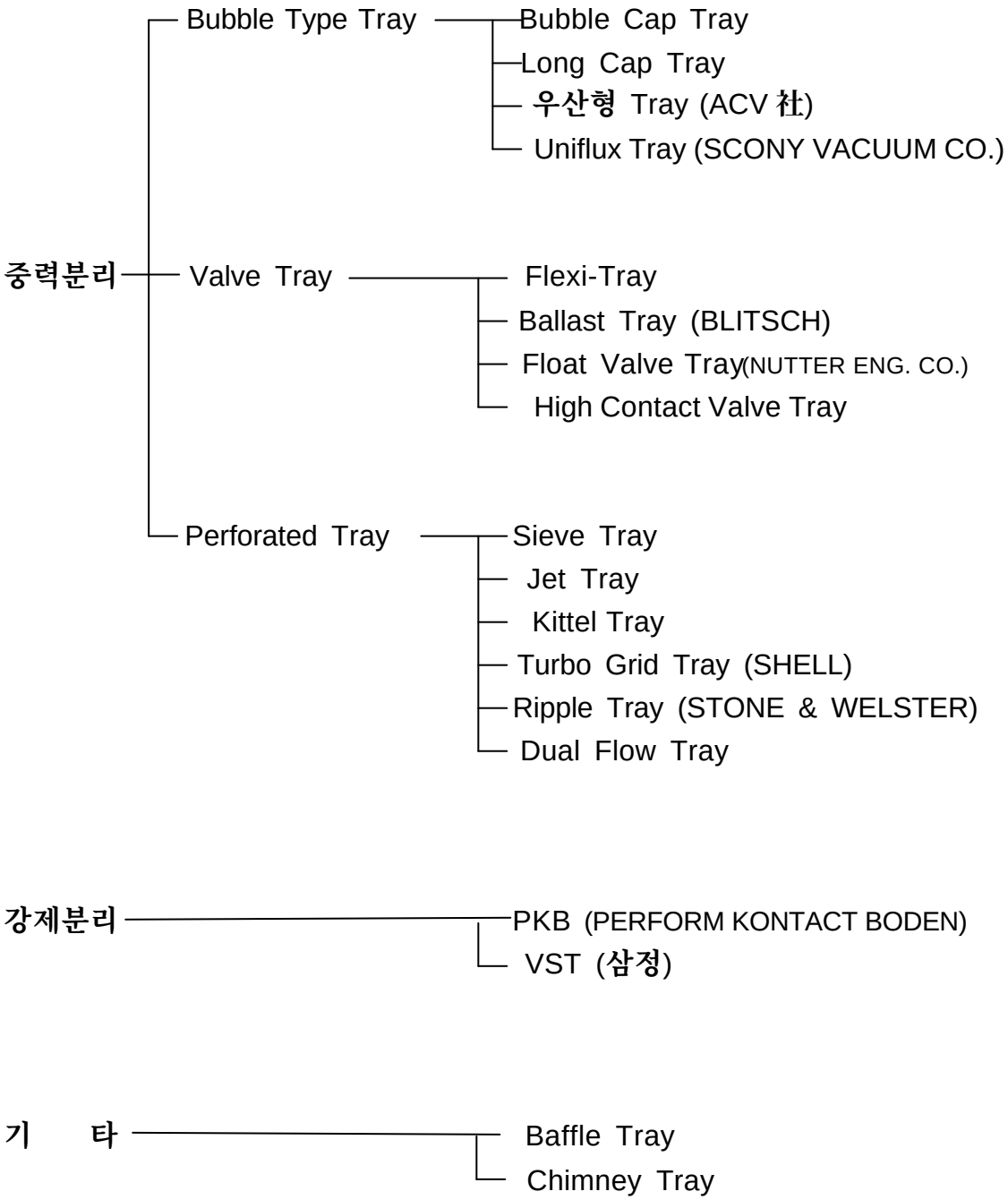
[그림 14] Bubble Cap 의 형상

(4) Accumulator Tray

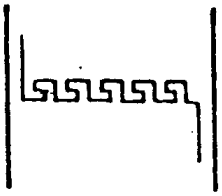
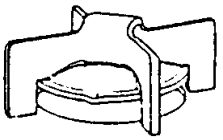
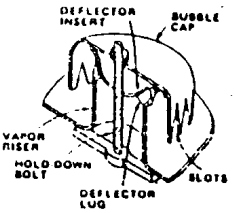
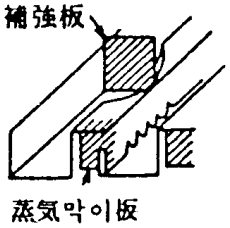
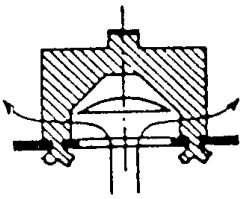
Liquid 와 Vapor 가 Cross Flow 로 서로 접촉하여 Mass Transfer 가 일어나는 부분과 Downcomer Inlet Area 로 구성되어 있다.

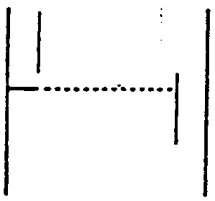
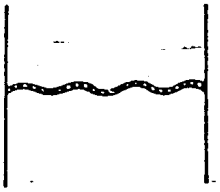
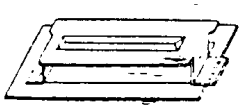
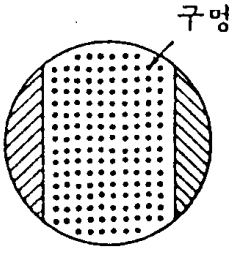
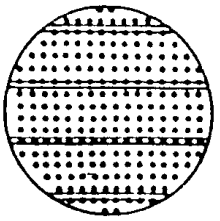
**4) Tray 의 종류**

(1) **분리유형에 따른 분류**



(2) Tray의 형태 및 구조

| 구분 | Bubble Cap Tray | Uniflux Tray | Ballast Tray | Flexy Tray |
|---|---|---|---|---|
| 형태 |  |  |  |  |
| 구조 |  |  |  |  |

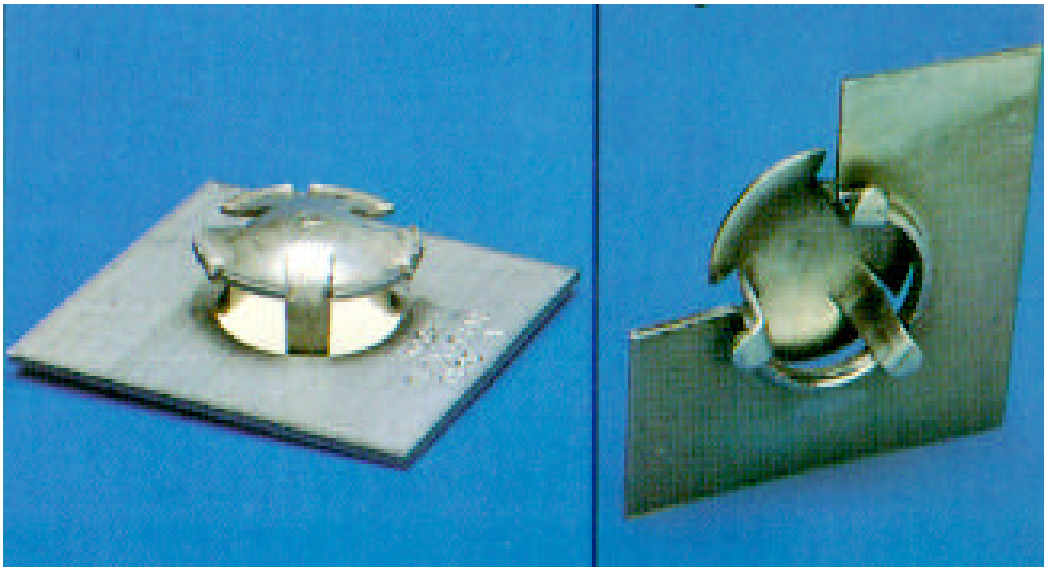
| 구분 | Float Valve Tray | Sieve Tray | Ripple Tray |
|---|---|---|---|
| 형태 |  |  |  |
| 구조 |  |  |  |

[그림 15 ] Tray의 형태 및 구조

가. Bubble Cap Tray

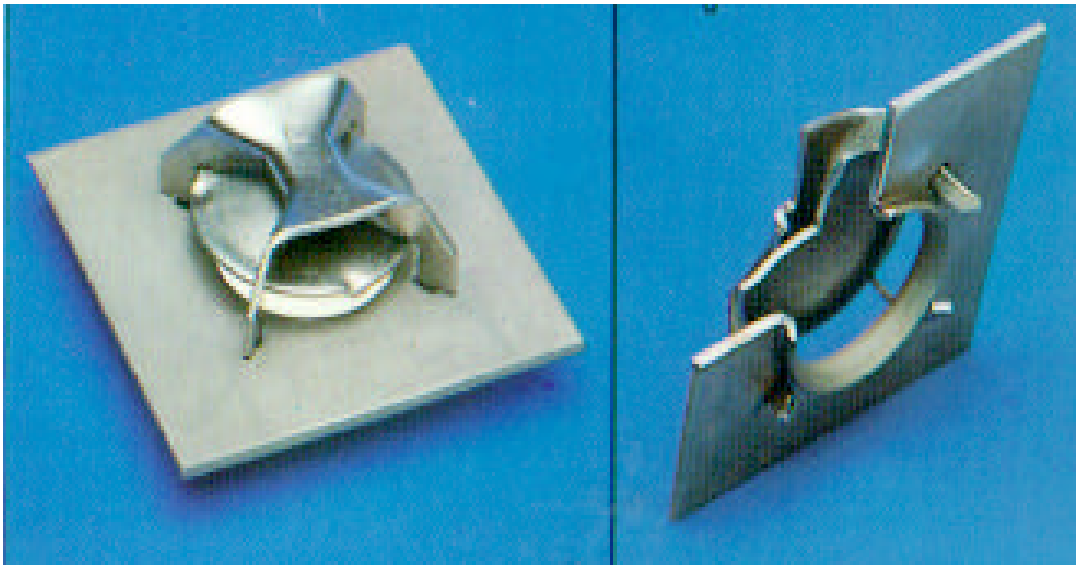
[그림 16] Bubble Cap Tray의 구조

나. Ballast Tray



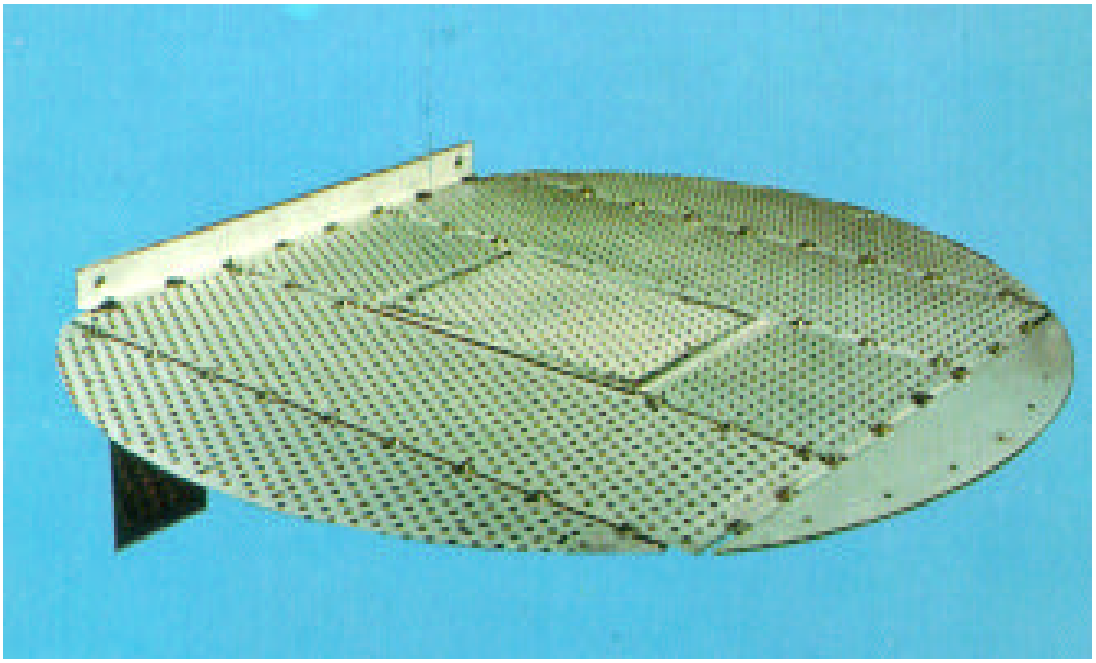
[그림 17] Ballast Tray의 구조

다. Flexi Tray



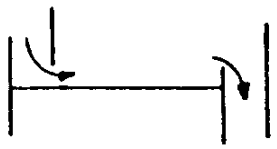
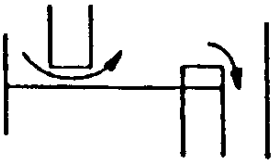
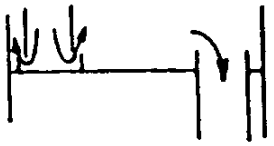
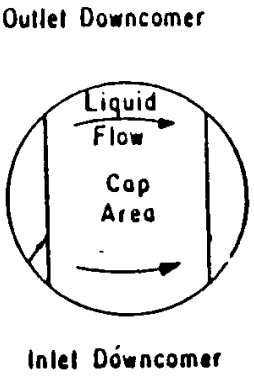
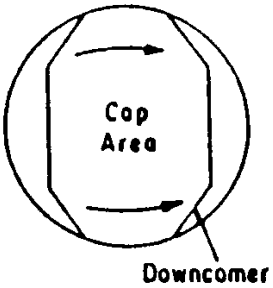
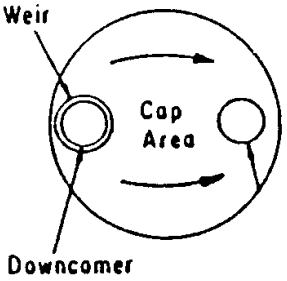
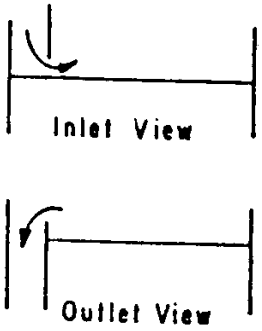
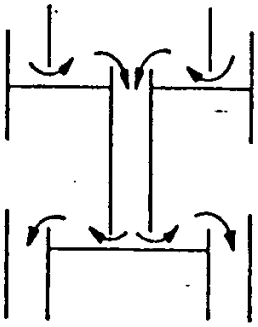
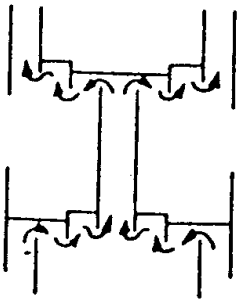
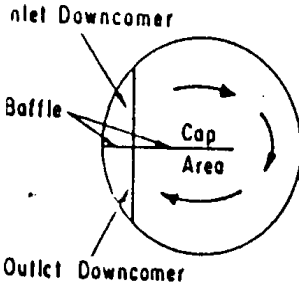
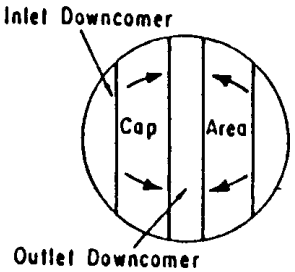
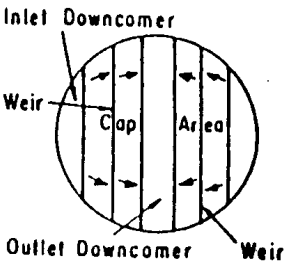
[그림 18] Flexi Tray의 구조

라. Sieve Tray



[그림 19] Sieve Tray의 구조

(3) 유체 흐름에 의한 Tray분류

| 구분 | Cross Flow | | |
|---|---|---|---|
| 정면도 |  |  |  |
| 평면도 |  |  |  |
| 구분 | Reverse Flow | Double-Pass | Double-Pass Cascade |
| 정면도 |  |  |  |
| 평면도 |  |  |  |

[그림 20] 유체 흐름에 의한 Tray분류

### 5) Tray 별 장단점 및 특징

(1) Tray별 장단점 비교

[표 1] Tray별 장단점 비교

| 구 분 | 특허 | Capa. | ΔP | 구조 | 제작비 | 장 점 | 단 점 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bubble Cap | - | 1.0 | 中 | 복잡 | 1.0 | - 부하변동에 따른 효율감소 적음 | - 구조가 복잡하며 중량 및 가격높음<br>- 장기간 운전시 Tray오염축적 |
| Uniflux | Scony Vacuum Co. | 1.0 | 中 | 약간 복잡 | 0.7~0.8 | - 효율 우수<br>- 재고량을 적게 할수있음 | - 압력손실이 큼 |
| Ballast | Fritz W. Glitsch | 1.2 ~ 1.4 | 中 | 비교적 간단 | 0.6~0.8 | - 부하변동에 대해 안정되며 광범위한 운전가능.<br>- 오염및 부식에 대한 성능우수 | - |
| Flexi | KOCH | 1.2 ~ 1.4 | 中 | 비교적 간단 | 0.5~0.6 | 〃 | - |
| Float Valve | Nutter Eng. Co | 1.2 ~ 1.4 | 中 | 비교적 간단 | 0.4~0.5 | - 광범위한 작업 조건<br>- 효율 우수 | - Float Valve 의 무게는 효율에 결정적 영향을 미치므로 부식성 액체 분위기에서는 재질 고려 |
| Sieve | - | 1.2 ~ 1.4 | 低 | 가장 간단 | 0.4~0.5 | - 제작비, 유지비 최소<br>- 운전조건이 적절할때 처리량 및 효율 우수 | - 사용범위가 비교적 좁으며<br>- 불순물에 의한 Hole 의 막힘우려<br>- 부하변동에 따른 효율저하 |
| Ripple | Stone & Welster | 1.2 ~ 1.4 | 低 | 간단 | 0.5~0.6 | - 제작비 저렴 | 〃 |

(2) Tray별 특징

Downcomer로 하강하는 Liquid는 Seal Area에서 그 방향을 바꾸어 Bubbling Area로 들어간다. 여기에서 Liquid는 Tray를 통해 상승하는 Vapor와 접촉하고 Outlet Weir가 Bubbling Area의 Downstream Side에 위치하여 Tray위의 Liquid Level을 유지시켜 준다.
Bubbling Area는 수많은 종류의 Hardware로 이루어져 있지만 그 대부분은 Sieve, Valve, Bubble Cap Tray이다.

[표 2] Tray별 특징

| Type | 특 징 |
|---|---|
| Sieve Tray | o 광범위하게 사용한다.<br>o Bubbling Action이 간단하다.<br>o Design이 간단하다.<br>o 제작비가 저렴하다.<br>o 제작이 간단하다.<br>o Fouling 방지를 위해 Hole Diameter가 큰 것을 사용 한다. |
| Valve Tray | o Hole 위에 Valve가 설치되어 있는 형태이다.<br>o 널리 사용한다.<br>o 다양한 Design이 있다.<br>o Design Capacity 이하에서 효율이 높다. |
| Bubble Cap Tray | o 가장 전통적이고 지금까지 널리 사용하는 Tray이다.<br>o Design이 잘되면 Vapor Rate가 0일 때까지 큰 Separation Loss없이 사용 가능하다. |

(3) Dualflow Tray

이 종류는 Bubbling Area만으로 이루어져 있고, Downcomer, Downcomer Seal Area는 없다. Gas-Liquid간 접촉은 Hole을 통해서만 이루어지며 Fractional Area는 Crossflow Tray보다 높다.

[표 3] Dualflow Tray 장단점

| | |
|---|---|
| 장 점 | O Crossflow보다 Pressure Drop이 낮게 Design되어 있다.<br>O Fouling이 생기는 곳에 Hole Size를 크게하여 사용한다<br>O 제조가 및 설치비가 싸다.<br>O 용량이 제한될 때 Debottlenecking Column으로 사용한다. |
| 단 점 | O Crossflow Tray보다 효율이 낮다.<br>O Operating Range가 좁다.<br>O Turndown Ratio가 낮아지는 경향이 있다. |