$$n = \int_0^{E_C} N(E)\, f(E) dE$$

$$n = \frac{1}{2\pi^2}\left(\frac{2m^*}{\hbar^2}\right)^{3/2} \int_0^{\infty} \frac{(E-E_C)^{1/2}}{1+\{\exp(E-E_F)/kT\}} dE$$

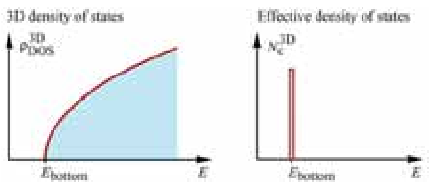
이 때, 계산상의 편의를 위하여 effective density of state Nc를 도입하고
위 식을 다시 쓰면,

$$n = N_C F_{1/2}(\eta)$$

$$F_{1/2}(\eta) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} \frac{x^{1/2} dx}{1+\exp(x-\eta)}$$

where

$$x = \frac{E-E_C}{kT} \quad and \quad \eta = \frac{E_F - E_C}{kT}$$



Doping concentration이 충분히 높아서 dopant들이 거의 모두 ionize 되고 이러
한 dopant들에 의한 state function들 간에 간섭이 일어나게 되면,

위의 F 함수 값을 아래와 같이 간단히 간소화 할 수 있다.

$$F_{1/2}(\eta) \cong \frac{4\eta^{3/2}}{3\sqrt{\pi}} = \frac{4}{3\sqrt{\pi}}\left(\frac{E_F - E_C}{kT}\right)^{3/2}$$

식을 단순화 하는 과정은
다음 page에 명시

$n = N_C F_{1/2}(\eta)$ 에 대입하면,

$$n = N_C \cdot \frac{4}{3\sqrt{\pi}}\left(\frac{E_F - E_C}{kT}\right)^{3/2}$$

$$\therefore \quad \frac{E_F - E_C}{kT} = \left(\frac{n}{N_C} \cdot \frac{3\sqrt{\pi}}{4}\right)^{2/3} \qquad (4.32)$$

$$F_{1/2}(\eta) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} \frac{x^{1/2}dx}{1+\exp(x-\eta)} \quad \text{-----} \quad (1)$$

where

$$x = \frac{E - E_C}{kT} \quad and \quad \eta = \frac{E_F - E_C}{kT}$$

에서 (1) 식은 아래의 급수식으로 전개시킬 수 있다.

$$F_{1/2} = (4/3\sqrt{\pi})\eta^{3/2}\left[1+(\pi^2/8\eta^2)-(7\pi^4/640\eta^4)+\cdots\right]$$

따라서, 위 식의 첫번째 항 까지만을 취하면 아래와 같은 식을 얻고
이를 앞장의 $F_{1/2}$ 에 대입하면 식 (4.32)를 구할 수 있다.

$$F_{1/2}(\eta) \cong \frac{4\eta^{3/2}}{3\sqrt{\pi}} = \frac{4}{3\sqrt{\pi}}\left(\frac{E_F - E_C}{kT}\right)^{3/2}$$

참고문헌

1. Semiconductor Optoelectronic Devices (2nd ed.), Pallab Bhattacharya
2. Solid-State Electronics Vol. 25, 1067 (1982)
3. http://cobweb.ecn.purdue.edu/~lundstro/tutorial_files/Fermi%20Dirac%20Integrals.pdf