をえるので，$\gamma(t) = 0$ となる．また，$\langle \boldsymbol{Z}_1(t), \boldsymbol{Z}_1(t)\rangle = 1\,\cancel{0}$ を t で微分して $\langle \boldsymbol{Z}_1'(t), \boldsymbol{Z}_1(t)\rangle = 0$ なので，$\delta(t) = 0$ をえる．$\mathrm{Span}\{\boldsymbol{A}(t), \boldsymbol{B}(t), \boldsymbol{C}(t), \boldsymbol{Z}_1(t)\}^{\perp}$ は指数 0 の非退化部分ベクトル空間なので，$\widehat{\boldsymbol{Z}}(t)$ は零ベクトル，または，空間的ベクトルである．$\widehat{\boldsymbol{Z}}(t) \neq \boldsymbol{0}$ $(t \in I)$ と仮定し，$\kappa_4(t) := \|\widehat{\boldsymbol{Z}}(t)\|$，$\boldsymbol{Z}_2(t) := \frac{\widehat{\boldsymbol{Z}}(t)}{\|\widehat{\boldsymbol{Z}}(t)\|}$ とおく．このとき，

$$\boldsymbol{Z}_1'(t) = \kappa_3(t)\boldsymbol{A}(t) + \kappa_4(t)\boldsymbol{Z}_2(t) \tag{2.3.4}$$

をえる．$\kappa_4 : I \to \mathbb{R}$ を c の**第 4 曲率 (the forth curvature)** とよぶ．5 次元アフィン部分空間

$$\mathcal{O}_4^A(t) := c(t) + \mathrm{Span}\{\boldsymbol{A}(t), \boldsymbol{C}(t), \boldsymbol{B}(t), \boldsymbol{Z}_1(t), \boldsymbol{Z}_2(t)\}$$

を c の t における**第 4 接触アフィン空間 (the forth osculating affine space)** とよび，5 次元部分ベクトル空間

$$\mathcal{O}_4^V(t) := \mathrm{Span}\{\boldsymbol{A}(t), \boldsymbol{C}(t), \boldsymbol{B}(t), \boldsymbol{Z}_1(t), \boldsymbol{Z}_2(t)\}$$

を c の t における**第 4 接触ベクトル空間 (the forth osculating vector space)** とよぶ．$\boldsymbol{Z}_2'(t)$ を

$$\boldsymbol{Z}_2'(t) = \alpha(t)\boldsymbol{A}(t) + \beta(t)\boldsymbol{B}(t) + \gamma(t)\boldsymbol{C}(t) + \sum_{i=1}^{2}\delta_i(t)\boldsymbol{Z}_i(t) + \overline{\boldsymbol{Z}}(t)$$
$$(\overline{\boldsymbol{Z}}(t) \in \mathrm{Span}\{\boldsymbol{A}(t), \boldsymbol{B}(t), \boldsymbol{C}(t), \boldsymbol{Z}_1(t), \boldsymbol{Z}_2(t)\}^{\perp})$$

と表しておく．$\langle \boldsymbol{Z}_2(t), \boldsymbol{A}(t)\rangle = 0$ を t で微分して，$\langle \boldsymbol{Z}_2'(t), \boldsymbol{A}(t)\rangle + \langle \boldsymbol{Z}_2(t), \boldsymbol{A}'(t)\rangle = 0$．それゆえ，

$$\langle \boldsymbol{Z}_2'(t), \boldsymbol{A}(t)\rangle = -\langle \boldsymbol{Z}_2(t), \kappa_1(t)\boldsymbol{C}(t)\rangle = 0$$

をえるので，$\beta(t) = 0$ となる．また，$\langle \boldsymbol{Z}_2(t), \boldsymbol{B}(t)\rangle = 0$ を t で微分して，$\langle \boldsymbol{Z}_2'(t), \boldsymbol{B}(t)\rangle + \langle \boldsymbol{Z}_2(t), \boldsymbol{B}'(t)\rangle = 0$．それゆえ，

$$\langle \boldsymbol{Z}_2'(t), \boldsymbol{B}(t)\rangle = -\langle \boldsymbol{Z}_2(t), \kappa_2(t)\boldsymbol{C}(t) + \kappa_3(t)\boldsymbol{Z}_1(t)\rangle = 0$$