波束の収縮に関するBusseyの思考実験の現実化の可能性

佐賀大理工
豊島耕一，遠藤隆，平良豊

if $|\Psi> = \alpha | A >| B > + \ \beta | A' >| B' >$

(non-collapse)

$$p_{13} = p_{24} = | \tau |^4 | \alpha - \beta |^2,$$
$$p_{14} = p_{23} = | \tau |^4 | \alpha + \beta |^2$$

if $|\Psi> = | A >| B >$ or $| A' >| B' >$

with weights $| \alpha |^2$ and $| \beta |^2$ (collapse)

$$p_{13} = p_{24} = p_{14} = p_{23}$$
$$= | \tau |^4 (| \alpha |^2 + | \beta |^2)$$

p_{kl} ：カウンタkとlとの同時計数の確率

（簡単のため $\gamma = e^{i\pi/2}$ とした．）

P.J. Bussey, Phys. Lett. 106A(1984) 407

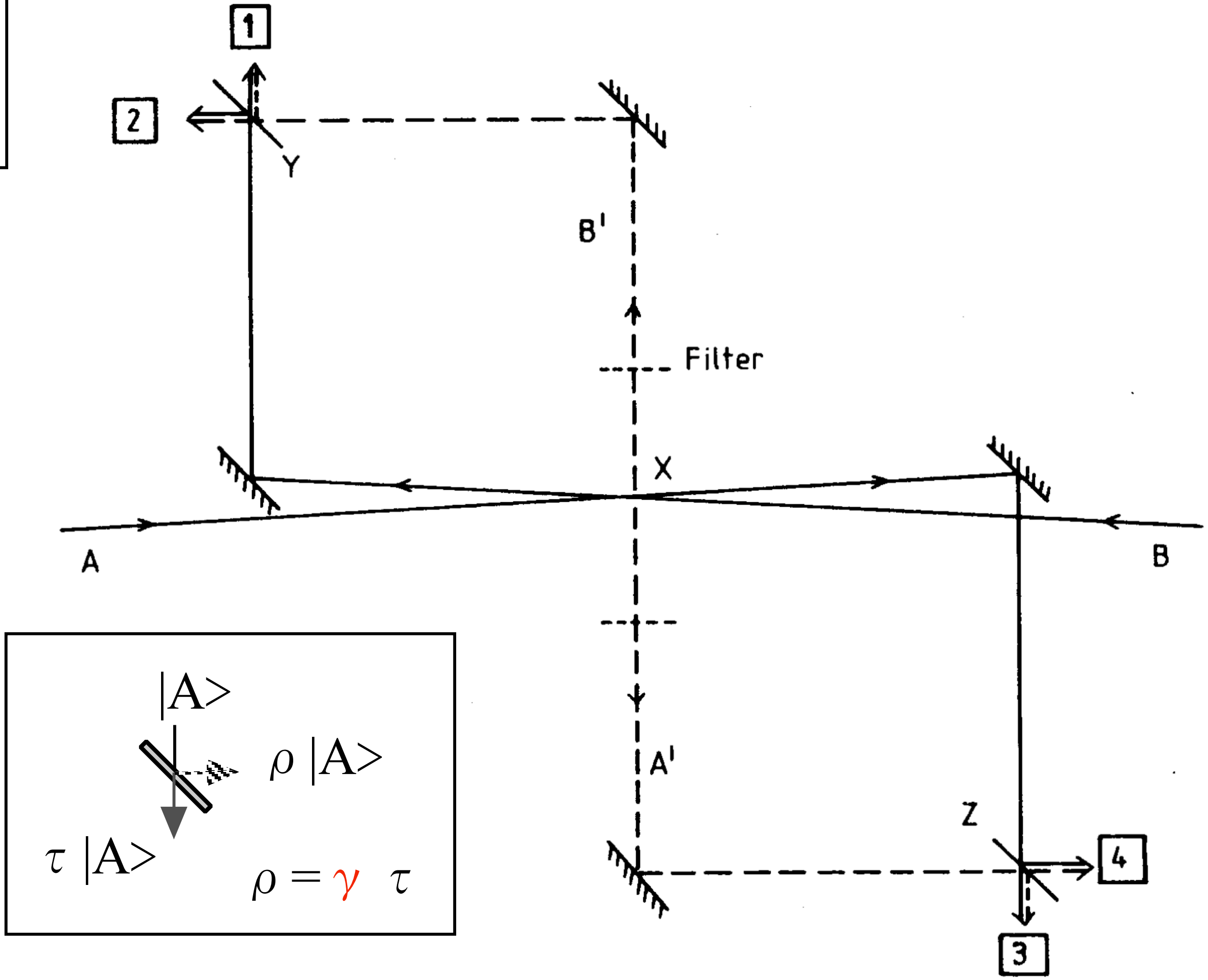


Fig. 1. The double interferometer. The filters remove scattered particles of type A′ from the B′ arm, and vice versa.

一般の γ に対して

non-collapse では

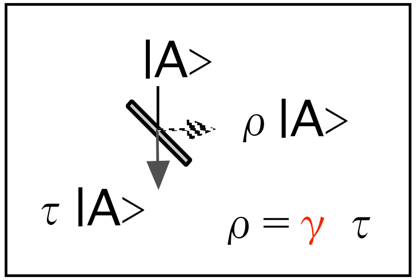
$$p_{13} = p_{24} = |\tau|^4 |\alpha + \gamma^2 \beta|^2$$

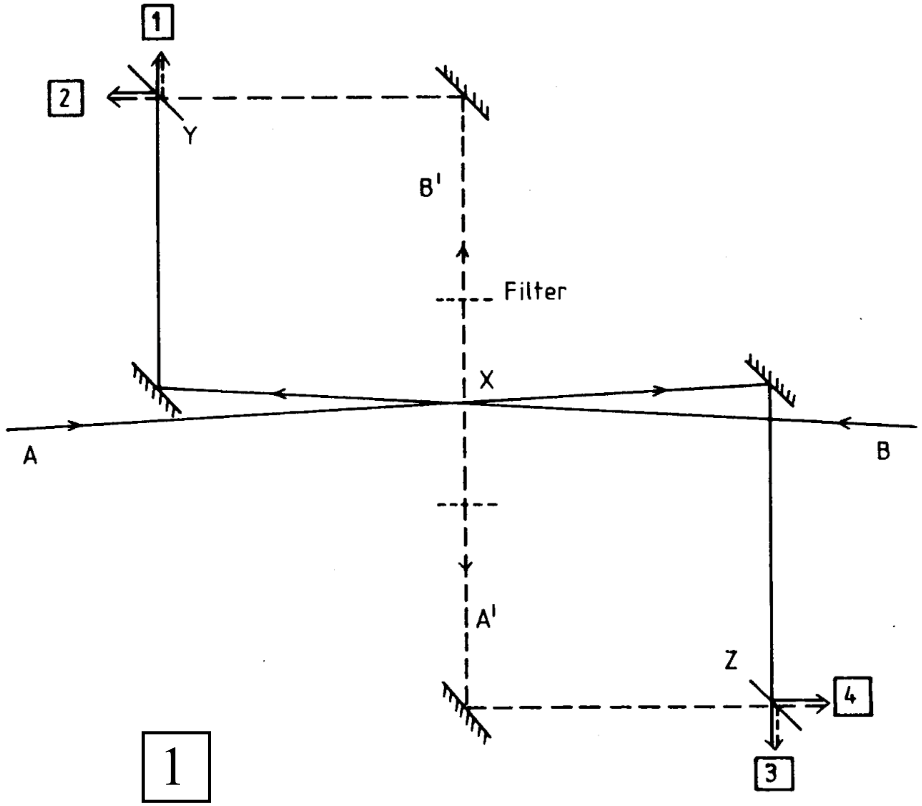
$$p_{14} = p_{23} = |\gamma|^2 |\tau|^4 |\alpha + \beta|^2$$

collapse では

$$p_{13} = p_{24} = |\tau|^4 (|\alpha|^2 + |\gamma|^4 |\beta|^2)$$

$$p_{14} = p_{23} = |\gamma|^2 \ |\tau|^4 (|\alpha|^2 + |\beta|^2)$$





思考実験の現実化の条件

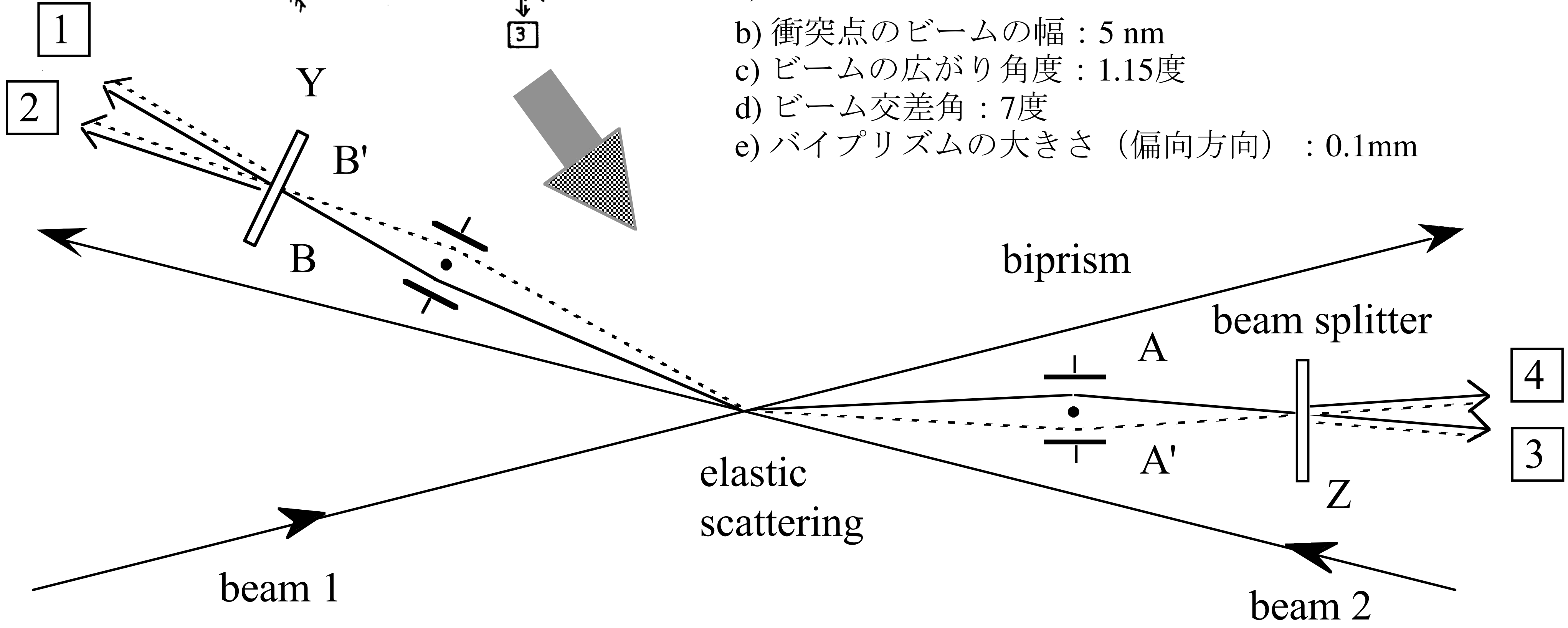
・相互に散乱し，かつハーフミラー（ビームスプリッタ）が使えるような粒子
・干渉性の高いシステム

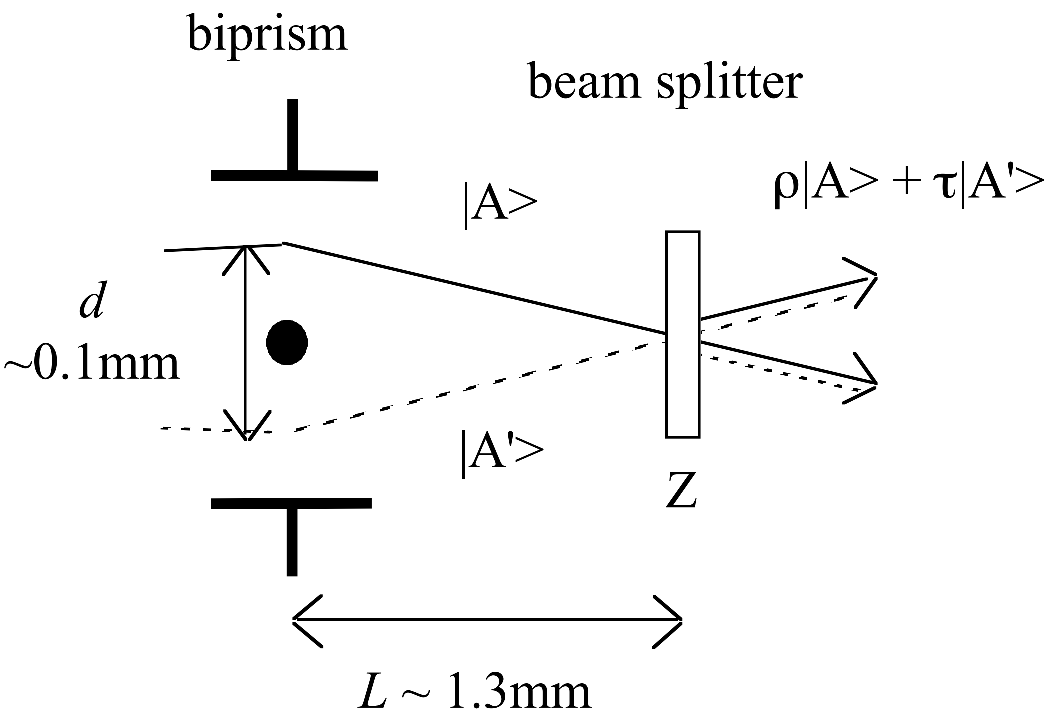
↓

・FE電子源を使い，衝突点をnmサイズにまで絞る
・電子線バイプリズムによる干渉計
・ビームスプリッタとして単結晶薄膜のブラッグ散乱

パラメータ（干渉性を確保）

a) エネルギー：2.5keV
b) 衝突点のビームの幅：5 nm
c) ビームの広がり角度：1.15度
d) ビーム交差角：7度
e) バイプリズムの大きさ（偏向方向）：0.1mm





ブラッグ反射によるビームスプリッタ

厚さ10 nmのSi単結晶薄膜製造の報告

ブラッグ反射角＝4.5度　（最少）

（2 . 5keV 電子，(*h*, *k*, *l*) = (1, 1, 1) 面）

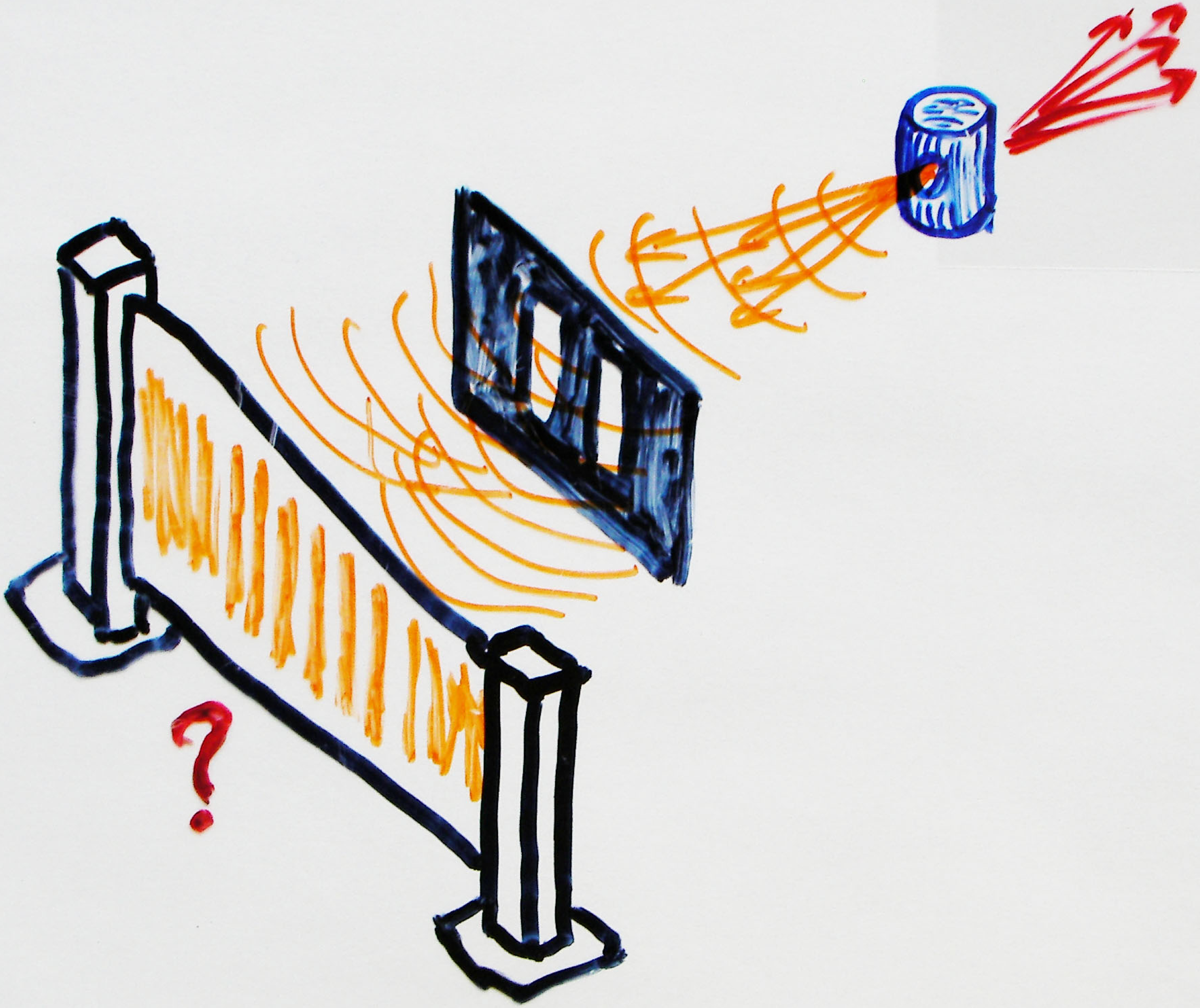
電子の平均自由行程：3.2nm

→10 nmでは 4.4% に減衰

位相差：〜41度

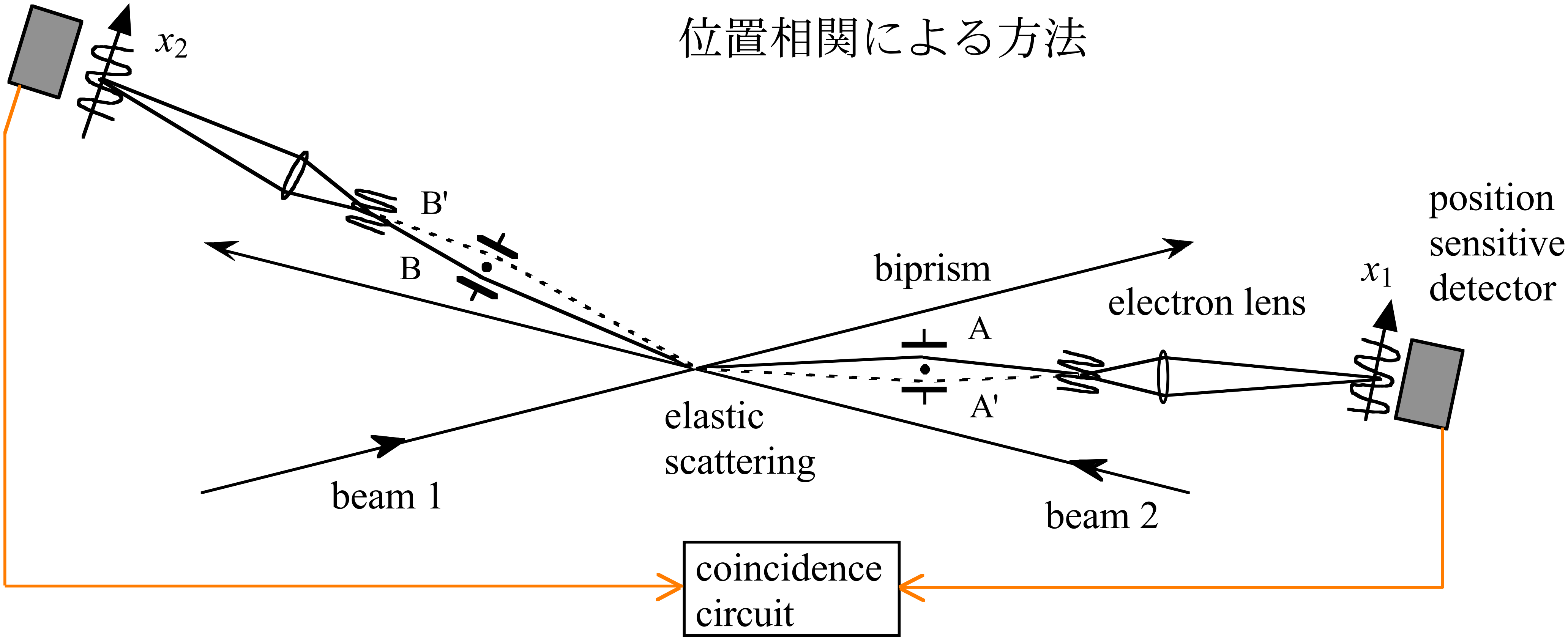
（Si単原子，10keV，0度と5度の

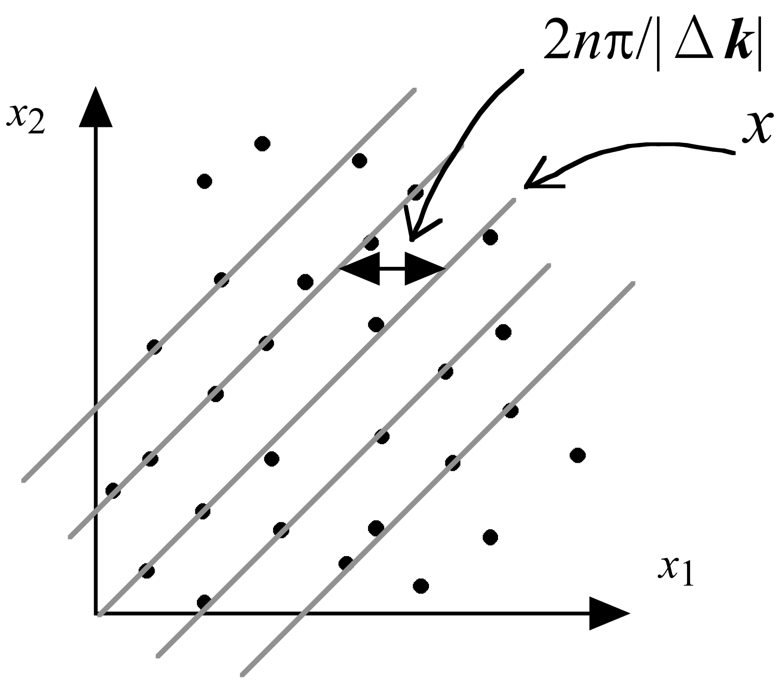
弾性散乱の位相差）



ヤングの二重スリット

位置相関による方法





(for simplicity, $\alpha = \beta = 1$ is assumed)

$$|\langle \boldsymbol{r}_1, \boldsymbol{r}_2 \mid \Psi \rangle|^2$$

$$= |\phi_{A}(\boldsymbol{r}_1)|^2 |\phi_{B}(\boldsymbol{r}_2)|^2 + |\phi_{A'}(\boldsymbol{r}_1)|^2 |\phi_{B'}(\boldsymbol{r}_2)|^2$$

$$+ 2\cos[\, |\Delta \boldsymbol{k}| (x_1 - x_2) \,]$$