

SRIMfit E5照射用

Update Log :

2020.12/09 ver.1.01.01 ①ツール_共通、①準備_ED選 まで完成。

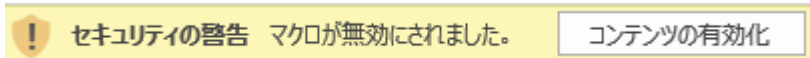
2020.12/03 ver.0.00.01 build。 SRIMfit_サンプル紹介 から分冊とした。

SRIMfit E5照射用

目次

- ・ E5①ツール_共通: ExpR推定
- ・ E5①準備_ED選択: Edeg組合せを決める

- ・ マクロ付きファイルを実行する時に、



と表示された時は、「有効化」をクリックして、進んでください。

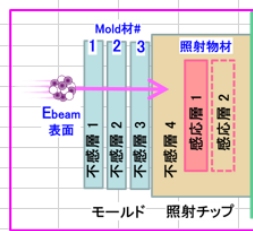
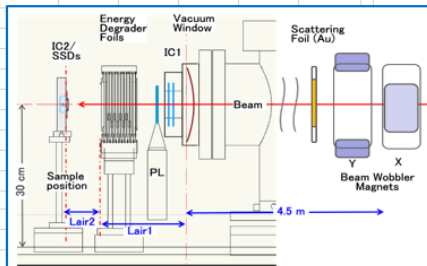
実験前の準備ツール: 照射試験の大まかなデザイン用

真空中のビーム(下表例: 40Ar 95MeV/u) を空気中に取出して、E5Aコースにあるビームモニター検出器などを通過後のエネルギー、LET値、Range 等を順番に計算して行きます。

特に、Edeg出口位置における“ExpR値”と、実際の照射位置に置ける“最小LET値”を予測しておくことが実験前に重要です。

更にこの表では、照射物表面の“モールド材”などの不感層の厚さ、及び“照射角度”を考慮して、照射物感応層位置で“指定LET値”になるような“Edegの厚さを予想”します。

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | | |
|--------------------|---------|------|------------------|---------------|------------------------|--------|-----------|------|--------|------|-------|
| 2020.01/01 Ar(X01) | | | | | | | | | | | |
| ExpR推定 | | | | | | | | | | | |
| ビームライン常設 | | | | | ビームライン常設物 (ref) params | | | | | | |
| Matr1 | Au | | Au | 73.0 | 73.0 | μm | | | | | |
| Matr2 | Kapton | | Kapton | 78.0 | 78.0 | μm | | | | | |
| Matr3 | Mylar | | IC1, Al | 14.0 | 14.0 | μm | | | | | |
| Matr4 | EJ212 | | IC1, mylar | 25.6 | 25.6 | μm | | | | | |
| Matr5 | Al | | PL, EJ212 | 500.0 | 500.0 | μm | | | | | |
| Matr6 | Si | SSD用 | PL, mylar | 33.8 | 33.8 | μm | | | | | |
| MatrG | Air | | PL, Al(mylar) | 30.0 | 30.0 | μm | | | | | |
| 照射物表面・モールド材質 | | | | Air1 | 145.0 | 145.0 | mm | | | | |
| Mold1 | Epoxy | | Air2 | 200.0 | 200.0 | mm | | | | | |
| Mold2 | SiO2 | | | | | | | | | | |
| Mold3 | Kapton | | AirT 気温 | | 27.0 | °C | | | | | |
| 照射物・材質 | | | | AirP 気圧 | | 1007.0 | hPa | | | | |
| Sample | Si | | ThkStd | | 0.9707 | | | | | | |
| | | | | Beam | | 40Ar | A=40 Z=18 | | | | |
| 照射物表面層のモールド材 | | | | Ebm公称 | | 95.00 | ExpR実測 | 3330 | <美測値 | | |
| Epoxy | 500.00 | μm | ΔEbm補正 [N] | | 0.00 | % | ΔExpR | 21.3 | | | |
| SiO2 | 200.00 | μm | | | | | | | | | |
| Kapton | 0.00 | μm | Edeg出口まで | | | | | | | | |
| 照射物表面～感応層まで | | | | in Vacc | | 95.00 | 2.03 | 4668 | 4126 | 8363 | 2.24 |
| Si | 100.00 | μm | aft Au | | | 90.491 | 2.11 | 4294 | 3795 | 7692 | 2.32 |
| これらの照射角度 | | | | aft Kap | | 89.814 | 2.12 | 4239 | 3747 | 7592 | 2.33 |
| | 60.0 | 度 | aft IC1-Al | | | 89.619 | 2.12 | 4223 | 3738 | 7564 | 2.34 |
| 不感部の角度換算厚さ | | | | aft IC1-Mylar | | 89.400 | 2.13 | 4205 | 3717 | 7532 | 2.34 |
| Epoxy | 1000.00 | μm | aft PL-EJ212 | | | 85.957 | 2.19 | 3932 | 3474 | 7037 | 2.41 |
| SiO2 | 400.00 | μm | aft PL-Mylar | | | 85.646 | 2.20 | 3908 | 3452 | 6993 | 2.42 |
| Kapton | 0.00 | μm | aft PL-Al(Mylar) | | | 85.210 | 2.21 | 3874 | 3422 | 6932 | 2.43 |
| Si | 200.00 | μm | aft Air1 | | | 84.176 | 2.23 | 3795 | 3351.3 | 6787 | 2.45 |
| 照射物位置で | | | | aft Air2 | | 82.748 | 2.25 | 3685 | 3253.1 | 6587 | 2.48 |
| 照射物 不感部 通過 | | | | aft Epoxy | | 69.316 | 2.57 | 2719 | 2404 | 4850 | 2.84 |
| | | | aft SiO2 | | | 62.782 | 2.77 | 2298 | 2026 | 4092 | 3.07 |
| | | | aft Kapton | | | 62.782 | 2.77 | 2298 | 2026 | 4092 | 3.07 |
| | | | aft Si | Edeg | | 59.507 | 2.89 | 2098 | 1852 | 3738 | 3.20 |
| Si 感応層 入口で | | | | Al μm | | | | | | | |
| | | | LET調整 1 | | -722.8 | 72.101 | 2.5 | 2911 | 2574 | 5195 | 2.76 |
| | | | LET調整 2 | | 154.0 | 56.605 | 3.0 | 1922 | 1699 | 3427 | 3.32 |
| | | | LET調整 3 | | 1494.9 | 21.398 | 6.0 | 397 | 349 | 696 | 6.60 |
| | | | LET調整 4 | | 1781.7 | 5.696 | 13.0 | 64 | 56 | 108 | 14.74 |
| | | | LET調整 5 | | 1812.1 | 2.633 | 17.0 | 28 | 25 | 45 | 19.32 |
| | | | maxLET | | 1726.1 | 1.125 | 18.7 | 14 | 12 | 21 | 24.17 |



※ このSheetは、E5例題集:E5A01_ビーム希望表:LET範囲指定 を拡張したものです。

使い方: 計算パラメータの指定 (1)

表中で、以下のセルの値を指定してください。

| ①a | | ①b | |
|----------|--------|-------------|--------|
| ビームライン常設 | | ref | params |
| Matr1 | Au | Au | 73.0 |
| Matr2 | Kapton | Kapton | 78.0 |
| Matr3 | Mylar | IC1_AI | 14.0 |
| Matr4 | EJ212 | IC1_mylar | 25.6 |
| Matr5 | Al | PLEJ212 | 500.0 |
| Matr6 | Si | PL_mylar | 33.8 |
| MatrG | Air | PLAI(mylar) | 30.0 |
| | SSD用 | Air1 | 145.0 |
| | | Air2 | 200.0 |
| | | Beam | 40Ar |
| | | Ebm公称 | 95.00 |
| | | δ Ebm補正 [%] | 0.00 |
| | | E | LET F |

| ②a | | ②b | |
|--------|----|----|------------|
| AirT | 気温 | | 27.0 °C |
| AirP | 気圧 | | 1007.0 hPa |
| TrkStd | | | 0.9707 |

| ③a | | ③b | |
|--------|--------|----|--|
| Mold1 | Epoxy | | |
| Mold2 | SiO2 | | |
| Mold3 | Kapton | | |
| Sample | Si | | |

| ③a | | ③b | |
|--------|---------|----|--|
| Epoxy | 500.00 | μm | |
| SiO2 | 200.00 | μm | |
| Kapton | 0.00 | μm | |
| Si | 100.00 | μm | |
| 角度 | 60.0 | 度 | |
| Epoxy | 1000.00 | μm | |
| SiO2 | 400.00 | μm | |
| Kapton | 0.00 | μm | |
| Si | 200.00 | μm | |

| ①補足図 | |
|-----------------------|-------|
| IC2/SSDs | 30 cm |
| Sample position | Lair2 |
| PL | Lair1 |
| Vacuum Window | |
| Energy Degradar Foils | |
| IC1 | |
| Beam | |
| Scattering Foil (Au) | 4.5 m |
| Y | |
| X | |
| Beam Wobbler Magnets | |

| ③補足図 | |
|----------|-----------|
| Mold材# | 1 2 3 |
| 照射物材 | 感応層1 感応層2 |
| 不感層 | 1 2 3 4 |
| Ebeam 表面 | |
| 照射チップ | |
| モールド | |

③ 注意

モールド材の材質が未定義の場合は、MySRIMwb.xlsx に自分で追加してください。(Epoxy と SiO2(ガラス材) は定義済み)

① ビームラインに常設してある物質厚さの指定

常設物の説明は ①補足図 を参照。これらの値は、別シート:params で指定してある値を参照していますが、このシート中で値を再指定しても結構です。

② 真空中のビームエネルギー等の指定

- ②a で、ビーム核種と、その真空中でのエネルギー(加速器からのエネルギー)を指定。
- ②b は、実験日当日の気温、気圧を指定します。

③ 照射物やその表面にある物質の材質、厚さ、照射角度の指定

照射物の断面図が、③補足図 のようになっている場合を想定して計算します。

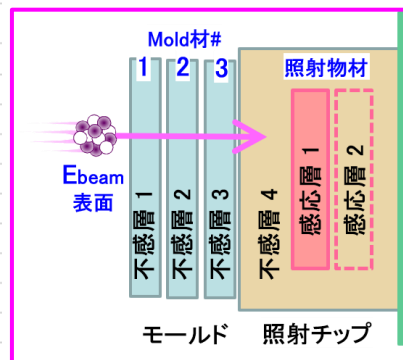
- ③a で、モールド材(3材質まで)と、デバイス材(通常 Si 材)を指定。
- ③b は、それぞれの層の厚さを指定。不要な層の厚さ=0 にして下さい。

照射物を傾けて照射する場合は、角度:0~89度を指定。垂直照射は角度=0です。

使い方: 計算結果の確認(1)

“最小・最大 LET値”を確認します。

| Beam | 40Ar | A=40 | Z=18 | | | |
|------------------|-------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Ebm公称 | 95.00 | ExpR実測 | 3330 | ←実測値 | | |
| δEbm補正 [%] | 0.00 | % | ΔExpR | 21.3 | | |
| EDeg出口まで | E | LET | Rin Si | R Al | R air | LET |
| | MeV/u | in Si | μm | μm | mm | in air |
| in Vacc | 95.00 | 2.03 | 4668 | 4126 | 8363 | 2.24 |
| aft Au | 90.491 | 2.11 | 4239 | 3795 | 7692 | 2.32 |
| aft Kap | 89.814 | 2.12 | 4239 | 3747 | 7592 | 2.33 |
| aft IC1-Al | 89.619 | 2.12 | 4223 | 3733 | 7564 | 2.34 |
| aft IC1-Mylar | 89.400 | 2.13 | 4205 | 3717 | 7532 | 2.34 |
| aft PL-EJ212 | 85.957 | 2.19 | 3932 | 3474 | 7037 | 2.41 |
| aft PL-Mylar | 85.646 | 2.20 | 3908 | 3452 | 6993 | 2.42 |
| aft PL-Al(Mylar) | 85.210 | 2.21 | 3874 | 3422 | 6932 | 2.43 |
| aft Air1 | 84.176 | 2.23 | 3795 | 3351.3 | | 2.45 |
| 照射物位置で | | | | | | |
| aft Air2 | 82.748 | 2.25 | 3685 | 3253.1 | 6587 | 2.48 |
| 照射物不感部通過 | | | | | | |
| aft Epoxy | 69.316 | 2.57 | 2719 | 2404 | 4850 | 2.84 |
| aft SiO2 | 62.782 | 2.77 | 2298 | 2026 | 4092 | 3.07 |
| aft Kapton | 62.782 | 2.77 | 2298 | 2026 | 4092 | 3.07 |
| aft Si | EDeg 59.507 | 2.89 | | 1852 | 3738 | 3.20 |
| Si感応層入口で | Al μm | | | | | |
| LET調整 1 | -722.8 | 2.5 | 2911 | 2574 | 5195 | 2.76 |
| LET調整 2 | 154.0 | 3.0 | 1922 | 1699 | 3427 | 3.32 |
| LET調整 3 | 1494.9 | 6.0 | 397 | 349 | 696 | 6.60 |
| LET調整 4 | 1781.7 | 13.0 | 64 | 56 | 108 | 14.74 |
| LET調整 5 | 1812.1 | 17.0 | 28 | 25 | 45 | 19.32 |
| maxLET | 1726.1 | 18.7 | 14 | 12 | 21 | 24.17 |



① ΔE計算の順番

真空中でのビームエネルギーからスタートして、ビーム通過物を「通過後」のエネルギーを、**srEnew()** 関数を用いて順次計算しています。またそのエネルギー値に於ける LET値や、残り Range値も表中右側に表示します。

②a, b 最小LET値の確認

②a は、真空中のビームエネルギーに於ける Si 材中の LET値です。

②b は、ビームが感応層の入口(不感層4通過後)まで通過した時の LET値です。

つまりこの値が、この照射条件による“最小LET値”になります。

この最小LET値を、②aの値に近づけるには、ビーム通過物の厚さを減らす必要があります。

③ 最大LET値の確認

③に **srMaxLETt()** 関数を用いて計算した“最大LET値”(Bragg Peak位置の dE/dX 最大値)を示します。MaxLET値は、ビーム核種と標的材質が決まれば一意に求まる値です。

④ ExpR値: EDeg出口位置の“最大”ビームエネルギーを、アルミ中飛程長(Range)に変換した値

④が ExpR値で、ビーム調整時に理研側で「実測」している値です。

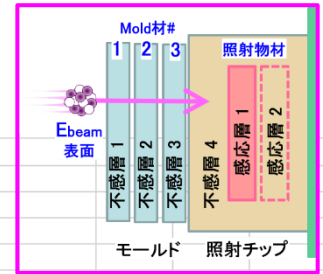
“EDeg板=無し”即ち“EDeg出口における最大ビームエネルギー”をAl中飛程で与える数値です。この値は、EDegより下流の物質中でのビームエネルギーを算出するのに重要な数値です。

使い方: 計算パラメータの指定 (2) & 計算結果の確認 (2)

“希望LET値 @ 感応層”を指定し、その値になるような“Edegの厚さ予想”を確認します。

| | E | LET | Rin Si | R Al | R air | LET | |
|------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
| | MeV/u | in Si | μm | μm | mm | in air | |
| aft Air1 | 84.176 | 2.23 | 3795 | 3351.3 | ③a | 2.45 | |
| 照射物位置で | | | | | | | |
| aft Air2 | 82.748 | 2.25 | 3685 | 3253.1 | | 2.48 | |
| 照射物 不感部 通過 | | | | | | | |
| aft Epoxy | 69.316 | 2.57 | 2719 | 2404 | 4850 | 2.84 | |
| aft SiO2 | 62.782 | 2.77 | 2298 | 2026 | 4092 | 3.07 | |
| aft Kapton | 62.782 | 2.77 | 2298 | 2026 | 4092 | 3.07 | |
| aft Si | EDeg | 59.507 | 2.89 | 2009 | 1852 | 3738 | 3.20 |
| Si 感応層 入口で | Al μm | | | | | | |
| LET調整 1 | -722.8 | 72.101 | 2.5 | 2911 | 2574 | 5195 | 2.76 |
| LET調整 2 | 154.0 | 56.605 | 3.0 | 1922 | 1699 | 3427 | 3.32 |
| LET調整 3 | 1494.9 | 21.398 | 6.0 | 397 | 349 | 696 | 6.60 |
| LET調整 4 | 1781.7 | 5.696 | 13.0 | 64 | 56 | 108 | 14.74 |
| LET調整 5 | 1812.1 | 2.633 | 17.0 | 28 | 25 | 45 | 19.32 |
| maxLET | 1726.1 | 1.125 | 18.7 | 14 | 12 | 21 | 24.17 |

| | srEold() で逆算が必要。EDegは不感物の上流なので | bef Si | bef Kapton | bef SiO2 | bef Epoxy | bef Air2 | RAI@Air1 |
|---------|--------------------------------|--------|------------|----------|-----------|----------|----------|
| LET調整 1 | | 75.008 | 75.008 | 80.690 | 92.992 | 94.323 | 4074.04 |
| LET調整 2 | | 59.894 | 59.894 | 66.610 | 80.464 | 81.938 | 3197.32 |
| LET調整 3 | | 27.742 | 27.742 | 38.577 | 57.723 | 59.590 | 1856.36 |
| LET調整 4 | | 16.389 | 16.389 | 30.275 | 51.893 | 53.949 | 1569.57 |
| LET調整 5 | | 14.851 | 14.851 | 29.291 | 51.260 | 53.316 | 1539.18 |
| maxLET | | 14.198 | 14.198 | 28.890 | 51.006 | 53.063 | 1527.01 |



① 希望LET値の指定

①に、感応層入口位置で希望するLET値を指定します。5点指定できるようにしてあります。指定可能な値は、前頁の“最小LET値”～“最大LET値”の範囲です。

②a～c 感応層位置のLET→E → 上流に遡って EDeg 出口位置の E 計算

①でLET値が指定されると、

②a で、**srLETt2Eh()** 関数を用いて、そのLET値になるビームエネルギーが一意に求まります。

②b では、**srEold()** 関数を用いて、ビームが通過前に遡ってエネルギーを求め、

②c では、**srE2Rng()** 関数で、“after Air1” = EDeg出口位置での アルミ中 Range つまり ExpR値 と同様な値 に変換します。

③a, b 希望LET値にするために必要な アルミ EDeg 厚さ の計算結果の確認

③a は、前述のように、ExpR 値 即ち、EDeg出口位置での最大飛程(in Al)です。この値に対して、

②c は、希望LET値を得るために、同じ EDeg出口位置での飛程値(in Al)ですから、

③b : 必要なアルミ Edeg 厚さ = ③a — ②c

という単純な引き算でもとめることができます。

※ ③b の値がマイナスやエラー になっている場合は、そのような LET は不可能 という表示です。

例えば、上表例の場合は、感応層入口 : after Si での 最小LET= 2.89 なのに、希望LET= 2.5 は、それより小さな値を指定している為です。

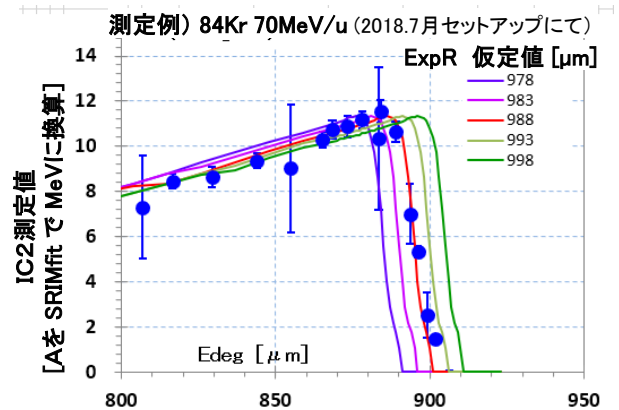
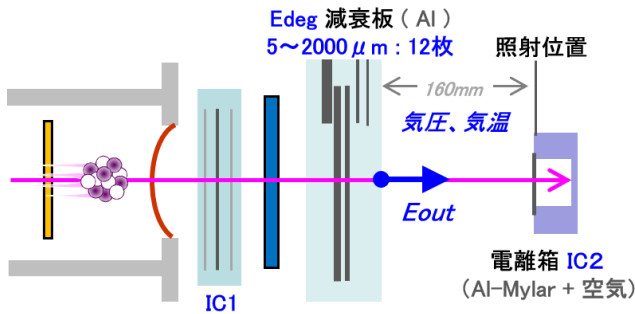
以上のような手順で、

照射試験前に、利用可能な LET範囲 や 必要な EDeg Al 板の厚さ を知ることが可能です。

また、利用可能なLET範囲にするためには、照射試料表面のモールド材をどこまで薄く除去しておかなければならないかを予め検討するためにも役立つ Excel表です。

(解説) ExpR測定について

照射試験開始前に、理研側で行うビーム調整の時に「毎回 ExpR値を実測」しています。その時に用いている SRIMfitシートは、E5例題集:E5A06_IC_Range解析です。このシートの詳しい使い方は、サンプル紹介を参照してください。ここでは、「何故ExpRという値を導入したのか？」について解説します。



左図: ExpR測定時のセットアップです。

Edeg板の厚さを変化させながら、IC2の電流値を測定することで、空气中ビームのBragg曲線を測定します。

右図: 測定点を、SRIMfitの計算値と比較しています。

例では、ExpR値を 978~998 μm の範囲で振って、最適値 988 μm(赤線) を求めています。

ここで **ExpR値とは**、前頁の計算シート中の ③a の事でした。つまり、

「Edeg = 無しの際にEdeg出口位置(左図 Eout)の最大エネルギーをアルミ中Range値に換算したものでした。言い換えると「Edeg = ExpR μm厚さ にすると、Eout = 0 MeV になってしまう厚さ」の事です。

注)右図で Bragg peak が落ちて IC2 = 0 になる時の X軸:Edeg厚さ は約 900 μmで、ExpR値より手前です。それは、Eout 位置の下流側に空気層(例では160 mm)がある為、IC2位置では ExpRより薄いEdeg厚でビームがIC2まで到達しなくなるからです。右図のSRIMfit計算では、この様な空気層や、IC2入口電極(Al-Mylar)中でのΔEを計算した計算曲線とデータ点を比較しています。

ここで“ミソ”は、ExpR値の単位を、Edeg板:アルミ 中でのビームのRange[μm] にしてある点です。こうすると、「ExpR - 実際に挿入したEdeg厚さ = Eout 位置での残りアルミ中 Range」という単純な引き算式が成り立ちます。そして、SRIMfit には **srRng2E()** 関数 がありますので、

$$Eout(\text{Edeg厚}[\mu\text{m}]) [\text{MeV/u}] = \text{srRng2E}(\text{ExpR} [\mu\text{m}] - \text{Edeg厚}[\mu\text{m}])$$

という単純な式で Eout [MeV/u] を求めることができるのです。これが ExpR を導入した理由です。

※ 右図では Kr ビームの場合の実測値 を計算値と比較しています。

計算値では、ExpR 値 = 最適値 988 ±5, ±10 μm の5本をプロットしてあります。

つまりこの Bragg曲線測定法 には、±数μm の精度で、ExpR値 即ち Eout位置でのビームエネルギーを実測できる精度があることが分かります。

※ また、E5例題集: E5A06_IC_Range解析 シートの説明を読んでもらうとわかるように、

- この手法(ExpR実測)では、加速器からの真空中ビームエネルギー値は使用していません。つまりEdegより上流の物質厚が不正確であっても影響しません。
- Edeg出口位置の Eout を、SRIM計算とBragg曲線実測値のみで決めています。つまり全てSRIM計算に頼る(合わせる)という立場をとっています。そうする事で、全てのエネルギー損失計算、LET計算、検出器のエネルギー較正に consistency を持たせています。

使い方: ExpR 予想値 vs 実測値 の違いを、加速器からのビームエネルギーの違いとして考えてみる

| Beam | 40Ar | A=40 | Z=18 | | | | | | | |
|----------------------|--------|---------------|---------|---------|------|--------|---------------------------------------|--|--|--|
| Ebm公称 | 95.00 | ExpR:実測 | 3330 | ←実測値 | | | | | | |
| ⑥ δ Ebm補正 [%] | 0.00 | Δ ExpR | 21.3 | ⑤ | | | | | | |
| E | LET | Rin Si | R Al | R air | LET | | | | | |
| EDeg出口まで | MeV/u | in Si | μ m | μ m | mm | in air | | | | |
| in Vacc | 95.00 | 2.03 | 4668 | 4126 | 8363 | 2.24 | | | | |
| aft Au | 90.491 | 2.11 | 4294 | 3795 | 7692 | 2.32 | | | | |
| aft Kap | 89.814 | 2.12 | 4239 | 3747 | 7592 | 2.33 | | | | |
| aft IC1-AI | 89.619 | 2.12 | 4223 | 3733 | 7564 | 2.34 | | | | |
| aft IC1-Mylar | 89.400 | 2.13 | 4205 | 3717 | 7532 | 2.34 | | | | |
| aft PL-EJ212 | 85.957 | 2.19 | 3932 | 3474 | 7037 | 2.41 | | | | |
| aft PL-Mylar | 85.646 | 2.20 | 3908 | 3452 | 6993 | 2.42 | | | | |
| aft PL-AI(Mylar) | 85.210 | 2.21 | 3874 | 3422 | 6932 | 2.43 | | | | |
| aft Air1 | 84.176 | 2.23 | 3795 | 3351.3 | | | ③a: δ Ebm補正 = $\pm 0.00\%$ の場合 | | | |

⑥ を調整して ⑤ がゼロになるようにする。

| Beam | 40Ar | A=40 | Z=18 | | | | | | | |
|----------------------|--------|---------------|---------|---------|------|--------|------------------------------------|--|--|--|
| Ebm公称 | 95.00 | ExpR:実測 | 3330 | ←実測値 | | | | | | |
| ⑥ δ Ebm補正 [%] | -0.29 | Δ ExpR | 0.0 | ⑤ | | | | | | |
| E | LET | Rin Si | R Al | R air | LET | | | | | |
| EDeg出口まで | MeV/u | in Si | μ m | μ m | mm | in air | | | | |
| in Vacc | 94.72 | 2.04 | 4644 | 4105 | 8321 | 2.24 | | | | |
| aft Au | 90.198 | 2.11 | 4270 | 3774 | 7649 | 2.33 | | | | |
| aft Kap | 89.521 | 2.13 | 4215 | 3725 | 7549 | 2.34 | | | | |
| aft IC1-AI | 89.326 | 2.13 | 4199 | 3711 | 7521 | 2.34 | | | | |
| aft IC1-Mylar | 89.107 | 2.13 | 4181 | 3696 | 7489 | 2.35 | | | | |
| aft PL-EJ212 | 85.647 | 2.20 | 3908 | 3453 | 6993 | 2.42 | | | | |
| aft PL-Mylar | 85.337 | 2.20 | 3884 | 3431 | 6950 | 2.43 | | | | |
| aft PL-AI(Mylar) | 84.901 | 2.21 | 3850 | 3401 | 6899 | 2.44 | | | | |
| aft Air1 | 83.866 | 2.23 | 3771 | 3330.0 | | | ③a: δ Ebm補正 = -0.29% の場合 | | | |

③a は、前述の通り、計算で求めた ExpR予想値です。

即ち、加速器から供給されているビームエネルギー公称値(上例では Ebm公称 = 95 MeV/u)を元に、常設のビーム通過物を通過後のエネルギーを上流から順番に愚直に計算した値です。

④ には、前頁で説明した 測定で求めた ExpR値 を記入します(上例では 3330 μ m)。

⑤ は、③a - ④ です。

この差 Δ ExpR の原因を全て「加速器ビームエネルギーの違い」に押し付けてみます。

⑥ は、Ebm公称の補正值: δ Ebm [%] です。

この値を変えると、in Vacuum 位置でのエネルギーが変化し、以降の srEnew() 計算が変化し、最終的に ③a の値が変化します。

そして下表の様に、メノコで⑥を調整して差⑤がゼロになるようにします。

(上例では δ Ebm = -0.29% がその結果で、つまり真空中ビームエネルギーが、たった 0.29% 違う程度の誤差であったという事)。

※ 通常、サイクロトン加速器のエネルギー誤差は $\pm 0.1\%$ 程度だそうですので、上例の δ Ebm は大きすぎます。

これには常設物の厚さ(秤量値)や、SRIM コードの予測誤差 も含まれると思われます。

このように、上流のちょっとした違いで 下流のエネルギー値は変化します。殊に、照射試料・感応層で maxLET になるような調整では、この違いはシビアです。そこで、上流の不明確な値は信じずに、Edeg出口(after Air1)位置でエネルギーを実測し、エラー伝播を下流の Δ E 計算だけに最小化する手法を使っているわけです。

実験前の準備ツール: Edeg の組合せを選択する為のシート

ExpRが求まり、感応層位置で希望LET値にするためのEdeg厚さも決まりました。
 ところでそのEdeg厚さは、実際ある Edeg板 の組合せで ピッタリ実現可能なのでしょうか？

ここで紹介するシートでは、

「全てのEdeg 板 12枚(12 bit) の組合せについて、感応層位置での LET を計算」 します。

ビーム調整終了時に、このシートをにらんで、Edeg板の組合せを決めてください。

| 2020.01/01 Ar(X01) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|--------|------|-------|-------|-------|------|-------|-----------------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| Edeg 選択検討用 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 《本シートの参照パラメータ》 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | GH2 LET@ 感応層1入口で | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 感応層1入口で | | | | 感応層2入口で | | | | 感応層1出口 | | | 感応層2出口で | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Device | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Si | MeV/u | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm |
| WS_head | srim40Ar | | | | | | | | | | | | | | | | | | 82.66 | 3306.3 | 2.26 | 3678.12 | 82.59 | 3303.7 | 2.26 | 3673.12 | 82.33 | 3293.3 | 2.26 | 3653.12 | | | |
| BeamA | 40 Ar | | | | | | | | | | | | | | | | | | 81.96 | 3278.5 | 2.27 | 3624.7 | 81.90 | 3275.9 | 2.27 | 3619.7 | 81.64 | 3265.5 | 2.28 | 3599.7 | | | |
| Ebm | 95.00 MeV/u | | | | | | | | | | | | | | | | | | 83.87 | 3261.2 | 2.28 | 3591.6 | 81.47 | 3258.6 | 2.28 | 3586.6 | 81.20 | 3248.1 | 2.28 | 3566.6 | | | |
| 上流・組み合わせ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 77.58 | 3103.0 | 2.37 | 3299.6 | 77.51 | 3100.3 | 2.37 | 3294.6 | 77.24 | 3089.4 | 2.37 | 3274.6 | | | |
| 上流/下流誤差 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Rng in (AEAr1) | 77.12 | 3084.9 | 2.38 | 3266.1 | 77.05 | 3082.1 | 2.38 | 3261.1 | 76.78 | 3071.3 | 2.38 | 3241.1 | | |
| EAr1:上流 = 84.18 MeV/u | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 上流 = | 3351.3 | μm | 77.01 | 3080.4 | 2.38 | 3257.9 | 76.94 | 3077.7 | 76.67 | 3066.8 | 2.39 | 3232.9 | | |
| EAr1:下流 = 83.87 MeV/u | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 下流 = | 3330.0 | μm | 76.56 | 3062.3 | 2.39 | 3224.7 | 76.49 | 3059.6 | 76.22 | 3048.7 | 2.40 | 3199.7 | | |
| 1.0037 比上流 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 上流 - 下流 = | 21.3 | μm Ar1 | 72.38 | 2895.3 | 2.49 | 2929.9 | 72.31 | 2892.4 | 2.49 | 2924.9 | 72.02 | 2880.8 | 2.50 | 2904.9 |
| Rng in (AEAr1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 71.89 | 2875.7 | 2.51 | 2896.3 | 71.82 | 2872.8 | 2.51 | 2891.3 | 71.53 | 2861.2 | 2.51 | 2871.3 | | | |
| オススメ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | RinAK(Ebm)= 4126.0 μm | | | | | | | | | | | | | | |
| 照射物表面・モード材質 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 感応層1入口で | | | | 感応層2入口で | | | | 感応層1出口 | | | 感応層2出口で | | | |
| Epoxy srim40Ar Epoxy | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Device | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in | | | |
| SiO2 srim40Ar SiO2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Si | MeV/u | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | | | |
| Kapton srim40Ar Kapton | | | | | | | | | | | | | | | | | | | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | μm | | | |
| 照射物・材質 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Al-Edeg 組合せ (Ptr文字) | | | | | | | | | | | | | | |
| Si srim40Ar Si | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | | | |
| 照射物表面・モード材質 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | 71.55 | 2861.8 | 2.51 | 2872.45 | 71.47 | 2859.0 | 2.52 | 2867.45 | 71.18 | 2847.4 | 2.52 | 2847.45 | | |
| Epoxy 500.00 μm 不感1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.0 | 71.55 | 2861.8 | 2.51 | 2872.5 | 71.47 | 2859.0 | 2.52 | 2867.5 | 71.18 | 2847.4 | 2.52 | 2847.5 | | |
| SiO2 200.00 μm 不感2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5.5 | 5.5 | 71.46 | 2858.3 | 2.52 | 2866.3 | 71.39 | 2855.4 | 2.52 | 2861.3 | 71.09 | 2843.8 | 2.53 | 2841.3 | |
| Kapton 0.00 μm 不感3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10.2 | 4.7 | 71.38 | 2855.3 | 2.52 | 2861.0 | 71.31 | 2850.4 | 2.52 | 2856.0 | 71.02 | 2840.7 | 2.53 | 2836.0 | |
| 不感1~感応層1まで | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12.8 | 2.6 | 71.34 | 2853.6 | 2.52 | 2858.1 | 71.27 | 2850.7 | 2.52 | 2853.1 | 70.98 | 2839.0 | 2.53 | 2833.1 | |
| Si 100.00 μm 不感4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 15.7 | 2.9 | 71.29 | 2851.7 | 2.52 | 2854.9 | 71.22 | 2848.8 | 2.52 | 2849.9 | 70.93 | 2837.2 | 2.53 | 2829.9 | |
| 感応層1厚さ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18.3 | 5.5 | 71.25 | 2850.0 | 2.52 | 2852.0 | 71.18 | 2847.1 | 2.52 | 2847.0 | 70.89 | 2835.5 | 2.53 | 2827.0 | |
| Dev1 Si 100.00 μm 不感4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23.0 | 4.7 | 71.17 | 2846.9 | 2.52 | 2846.7 | 71.10 | 2844.0 | 2.53 | 2841.7 | 70.81 | 2832.4 | 2.53 | 2821.7 | |
| 感応層2厚さ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 23.8 | 0.8 | 71.16 | 2846.4 | 2.52 | 2846.8 | 71.09 | 2843.5 | 2.53 | 2840.8 | 70.80 | 2831.9 | 2.53 | 2820.8 | |
| Dev2 Si 5.00 μm 感応1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 28.5 | 4.7 | 71.08 | 2843.4 | 2.53 | 2840.6 | 71.01 | 2840.5 | 2.53 | 2835.6 | 70.72 | 2828.8 | 2.54 | 2815.6 | |
| 感応層3厚さ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 29.3 | 0.8 | 71.07 | 2842.9 | 2.53 | 2839.7 | 71.00 | 2840.0 | 2.53 | 2834.7 | 70.71 | 2828.3 | 2.54 | 2814.7 | |
| Dev3 Si 20.00 μm 感応2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 34.0 | 4.7 | 70.99 | 2839.8 | 2.53 | 2834.4 | 70.92 | 2836.6 | 2.53 | 2829.4 | 70.63 | 2825.3 | 2.54 | 2809.4 | |
| これらの照射角度 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 36.6 | 2.6 | 70.95 | 2838.1 | 2.53 | 2831.5 | 70.88 | 2835.2 | 2.53 | 2826.5 | 70.59 | 2823.6 | 2.54 | 2806.5 | |
| 0.0 度 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 39.5 | 2.9 | 70.91 | 2836.2 | 2.53 | 2828.3 | 70.83 | 2833.3 | 2.53 | 2823.3 | 70.54 | 2821.7 | 2.54 | 2803.3 | |
| 不感部の角度換算厚さ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 42.1 | 2.6 | 70.86 | 2834.5 | 2.53 | 2825.4 | 70.79 | 2831.6 | 2.53 | 2820.4 | 70.50 | 2820.0 | 2.54 | 2800.4 | |
| Epoxy 500.00 μm 不感1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 46.8 | 4.7 | 70.79 | 2831.5 | 2.53 | 2820.1 | 70.71 | 2828.6 | 2.54 | 2815.1 | 70.42 | 2816.9 | 2.54 | 2795.1 | |
| 1299 | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 | 0 | 0 | C | 2482.6 | 2.6 | 3.57 | 142.9 | 15.57 | 38.0 | 3.11 | 124.5 | 16.26 | 33.0 | 1.05 | 42.2 | 18.63 | 13.0 | | | | | | | | |
| 1300 | 1 | 0 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 | 0 | A | C | 2485.5 | 2.9 | 3.26 | 130.5 | 16.03 | 34.6 | 2.79 | 111.4 | 16.76 | 29.6 | 0.69 | 27.6 | 17.99 | 9.6 | | | | | | | | |
| 1301 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | C | 2486.0 | 0.4 | 3.21 | 128.5 | 16.10 | 34.1 | 2.73 | 109.4 | 16.84 | 29.1 | 0.64 | 25.4 | 17.75 | 9.1 | | | | | | | | | |
| 1302 | 0 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 | 0 | A | C | 2488.1 | 2.2 | 2.97 | 118.9 | 16.47 | 31.6 | 2.48 | 99.3 | 17.24 | 26.6 | 0.39 | 15.5 | 15.76 | 6.6 | | | | | | | | |
| 1303 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | C | 2491.4 | 3.3 | 2.59 | 103.6 | 17.07 | 27.6 | 2.08 | 83.2 | 17.95 | 22.6 | 0.09 | 3.8 | 8.95 | 2.6 | | | | | | | | | |
| 1304 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 | 0 | C | 2492.8 | 1.4 | 2.43 | 97.0 | 17.36 | 26.0 | 1.91 | 76.4 | 18.16 | 21.0 | 0.03 | 1.0 | 4.91 | 1.0 | | | | | | | | | |
| 1305 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | C | 2496.2 | 3.3 | 2.02 | 80.9 | 18.03 | 22.1 | 1.49 | 59.6 | 18.55 | 17.1 | 0.00 | 0.0 | #N/A | 0.0 | | | | | | | | | |
| 1306 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 | 0 | A | C | 2498.3 | 2.2 | 1.75 | 70.1 | 18.32 | 19.5 | 1.22 | 48.6 | 18.66 | 14.5 | 0.00 | 0.0 | #N/A | 0.0 | | | | | | | | |

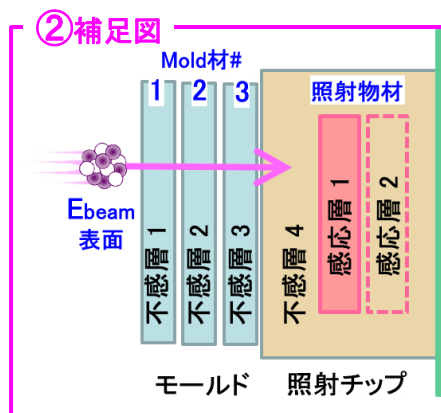
※ このSheetは、E5例題集:E5A03_EDeg設定 Ke用:ED設定 を拡張したものです。

※ このシートは、計算量が多いので、動作が遅くなります。
 計算パラメータを変更したら、計算が終了するまでしばらくお待ちください。

使い方: 計算パラメータの指定

シート中で、以下のセルの値を指定してください。

| | A | B | C | D | E |
|----|--------------|--------------------|-----------------|----|--------|
| 2 | | 2020.01/01 Ar(X01) | | | |
| 3 | | Edeg 選択検査 | | | |
| 5 | | 《本シートの参照パラメータ》 | | | |
| 6 | WS head | srim40Ar | | | |
| 7 | BeamA | 40 Ar | | | |
| 8 | Ebm | 95.00 MeV/u | | | |
| 9 | ビームライン常設 | | | | |
| 10 | Mat | SRIM Fit W.S.name | | | |
| 11 | 1 | Si | srim40Ar_Si | | |
| 12 | 2 | Al | srim40Ar_Al | | |
| 13 | 3 | Air | srim40Ar_Air | | |
| 14 | 4 | Mylar | srim40Ar_Mylar | | |
| 15 | 5 | Au | srim40Ar_Au | | |
| 16 | 6 | Kapton | srim40Ar_Kapton | | |
| 17 | 7 | EJ212 | srim40Ar_EJ212 | | |
| 18 | 照射物表面・モールド材質 | | | | |
| 19 | Mld1 | Epoxy | srim40Ar_Epoxy | | |
| 20 | Mld2 | SiO2 | srim40Ar_SiO2 | | |
| 21 | Mld3 | Kapton | srim40Ar_Kapton | | |
| 22 | 照射物・材質 | | | | |
| 23 | Dev | Si | srim40Ar_Si | | |
| 24 | 照射物表面のモールド材 | | | | |
| 26 | Mld1 | Epoxy | 500.00 | μm | 不感1 |
| 27 | Mld2 | SiO2 | 200.00 | μm | 不感2 |
| 28 | Mld3 | Kapton | 0.00 | μm | 不感3 |
| 29 | 不感3~感応層1まで | | | | |
| 30 | Dev1 | Si | 100.00 | μm | 不感4 |
| 31 | 感応層1厚さ | | | | |
| 32 | Dev2 | Si | 5.00 | μm | 感応1 |
| 33 | 感応層2厚さ | | | | |
| 34 | Dev3 | Si | 20.00 | μm | 感応2 |
| 35 | これらの照射角度 | | | | |
| 37 | 不感部の角度換算厚さ | | | | |
| 38 | Mld1 | Epoxy | 500.00 | μm | 不感1 |
| 39 | Mld2 | SiO2 | 200.00 | μm | 不感2 |
| 40 | Mld3 | Kapton | 0.00 | μm | 不感3 |
| 41 | Dev1 | Si | 100.00 | μm | 不感4 |
| 42 | Dev2 | Si | 5.00 | μm | 感応1 |
| 43 | Dev3 | Si | 20.00 | μm | 感応2 |
| 54 | 空気層 | | | | |
| 55 | | mm | ref)params | | |
| 56 | Air1 | 145.0 | | | 145.0 |
| 57 | Air2 | 200.0 | | | 200.0 |
| 58 | 今回の設定値 | | | | |
| 59 | 気温℃ | | | | |
| 60 | | 27.0 | | | 27.0 |
| 61 | 気圧hPa | | | | |
| 61 | | 1007.0 | | | 1007.0 |
| 62 | ビーム調整・測定値 | | | | |
| 63 | IC測定で求めた | | | | |
| 64 | ExpR μm | 3330.0 | | | 3330.0 |
| 65 | ビーム調整・測定値 | | | | |



① ビームライン常設物の指定

- ①aは、Edegより上流にある常設物。(以下の計算には不要です)
①bは、Edegより下流の空気層のパラメータ等。

これらの値は、別シート・params で指定してある値を参照するように設定してありますので、そちらの値を変更してください。
特に、ExpR 値、Air2: 距離・温度・気圧 は、ビーム調整で測定した値に設定しなおしてください。

②a,b,c 照射物表面の材質、厚さ、照射角度 の指定

照射物の断面図が②補足図 のような場合を想定しています。

②a で、モールド材(3材質まで)と、デバイス材を指定。

②b は、それぞれの層の厚さを指定。

不要な層の厚さ = 0 にして下さい。

②c は、これらを傾けて照射する場合の角度。

角度: 0~89度 で、垂直照射は角度=0です。

※ 照射物の断面構造は、前述の ExpR推定 用シートと同じです。

但し、このシートでは更に 感応層1の厚さ や更にその下流に感応層2があるようなデバイス も想定して計算を拡張してあります。不要な層の厚さは 0 μm にして下さい。

使い方: 計算手順の説明

シートの見方、その計算手順について説明します。

The screenshot shows a complex Excel spreadsheet with multiple data tables. Key features include:

- Table 1 (Top):** Parameters for the beam and target, including '2020.01/01 Ar(X01)', 'Edeg 選択検討用', and 'Ar'.
- Table 2 (Middle):** '上流・組み合わせ' table with columns for Th1, EArl, EAir2, E00, LET, and various material types (Epoxy, SiO2, Kapton, Device, Si).
- Table 3 (Bottom):** 'Edeg出口で' table with columns for EArl-ED, EArl, E00, LET, and material types.
- Table 4 (Bottom Right):** 'Edeg' table with columns for Deg#, μm, and ms.

① Edegより上流の計算 この部分は、照射試験では不要です。
Edegより上流にある常設物の組合せを変えた場合の計算をしています。

②a,b Edeg板の全ての組合せリスト 薄い順でソートしてあります。
②a は、param シートにも定義してある、Edegアルミ板12枚の厚さ(秤量値)です。
②b が、その全ての組合せ(12 bit)の一覧表です。
'0' は、その番号の板がビームラインから Out
'数字(0~C)' は、その板を IN する事を意味しています。

Th0 μm 列 では、この 12bit の 文字配列 から
e5aEDthkI() 関数 を用いて、組合せた時の厚さに変換しています。

※ e5a() 関数を使っているの、SRIMfit.xlam の他に E5Aexp.xlam もインストールが必要です。

ΔTh μm 列 は、次の組合せにした時の厚さ変化のステップ(差厚)です。
厚さステップは組合せで決まり、一定ではないので注意してください。

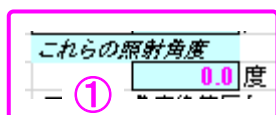
③ Edeg出口～照射物感応層までのΔE計算
前述の E5①ツール_共通:ExpR推定 シートと全く同じ計算方法です。
即ち、 $E_{out} = srRng2E(ExpR - Th0)$ 式で Edeg出口位置のビームエネルギーを計算し、
その後は、前頁で指定した物質厚パラメータに従ってΔE計算をしています。

| Edeg Deg# | μm | ms |
|-----------|--------|----|
| 1 | 10.20 | |
| 2 | 12.80 | |
| 3 | 23.80 | |
| 4 | 48.59 | |
| 5 | 100.24 | |
| 6 | 100.80 | |
| 7 | 196.39 | |
| 8 | 485.95 | |
| 9 | 500.0 | |
| A | 5.48 | |
| B | 975.39 | |
| C | 200.0 | |

使い方: 計算結果の確認

感応層位置で希望のLETに最も近くなるようなEdeg板の組合せを決めます。

| RinAI(Ebm)= 4126.0 μm | | | | | | | | | | 感応層1入口で | | 感応層2入口で | | 感応層1出口 | | 感応層2出口で | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|--------|---------------|---------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|------|---------|-------|--------|------|---------|
| (全sort済) | | | | | | | | | | ED | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in | Device | LET in | Rng in | | | | | | | |
| AI-Edeg 組合せ (Ptrn文字) | | | | | | | | | | ThO | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | Si | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | μm | μm | MeV/u | MeV | MeV/u | MeV | MeV/u | MeV | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | | 71.55 | 2861.9 | 2.51 | 2872.45 | 71.47 | 2859.0 | 2.52 | 2867.45 | 71.18 | 2847.4 | 2.52 | 2847.45 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | | 71.55 | 2861.9 | 2.51 | 2872.5 | 71.47 | 2859.0 | 2.52 | 2867.5 | 71.18 | 2847.4 | 2.52 | 2847.5 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | A | 0 | 5.5 | 5.5 | 71.46 | 2858.3 | 2.52 | 2866.3 | 71.39 | 2855.4 | 2.52 | 2861.3 | 71.09 | 2843.8 | 2.53 | 2841.3 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.2 | 4.7 | 71.38 | 2855.3 | 2.52 | 2861.0 | 71.31 | 2852.4 | 2.52 | 2856.0 | 71.02 | 2840.7 | 2.53 | 2836.0 |
| 0 | 2 | 0 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | A | 0 | C | 2167.1 | 2.0 | 21.57 | 863.0 | 5.97 | 401.8 | 21.40 | 856.0 | 6.00 | 396.8 | 20.70 | 828.0 | 6.14 | 376.8 |
| 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | A | 0 | C | 2167.7 | 0.6 | 21.55 | 862.1 | 5.97 | 401.1 | 21.38 | 855.1 | 6.00 | 396.1 | 20.68 | 827.1 | 6.14 | 376.1 |
| 1 | 2 | 0 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | C | 2171.8 | 4.2 | 21.39 | 855.6 | 6.00 | 396.5 | 21.22 | 848.7 | 6.04 | 391.5 | 20.52 | 820.7 | 6.17 | 371.5 |
| 1 | 2 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | C | 2172.4 | 0.6 | 21.37 | 854.8 | 6.01 | 395.9 | 21.20 | 847.8 | 6.04 | 390.9 | 20.50 | 819.9 | 6.18 | 370.9 |
| 0 | 0 | 3 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | C | 2172.6 | 0.2 | 21.36 | 854.4 | 6.01 | 395.7 | 21.19 | 847.5 | 6.04 | 390.7 | 20.49 | 819.5 | 6.18 | 370.7 |
| 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | C | 2173.2 | 0.6 | 21.34 | 853.6 | 6.01 | 395.1 | 21.17 | 846.6 | 6.05 | 390.1 | 20.47 | 818.7 | 6.18 | 370.1 |



① 照射角度を指定します

指定後、計算が終了するまで暫くお待ちください。

② 感応層1入口位置でのLET値を確認します

表サイズが膨大なので、シートを分割表示にしてスライドさせると良いでしょう。上図では例えば、希望LET = 6.0 にしたい場合を示しています。

※ 条件によっては、必ずしも希望値ピッタリのLET値が見つかるとは限りません。悪しからず。

③ Edegの組合せを確認します

希望LET値になる Edeg板の組合せパターンを「メモ」します。

※ 条件によっては、必ずしも希望値ピッタリの組合せがありませんので、その前後も含めて3パターンを「メモ」しておいた方が良いでしょう。

※ オススメは、なるべく#A: 5.48 μm 板をなるべく用いない組み合わせが良いと思います。この板は薄膜ですので、しわがあったりして、厚さの不均一性があるかもしれないので。

④a,b 感応層2位置でのLETも気にする場合

④a は、感応層2の入口 = 感応層1の出口位置のLET値です。

※ つまり、同じ感応層1でも、入口と出口で②と④aの差がある事に注意してください。

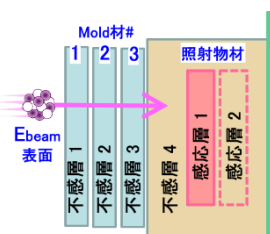
特に感応層1が厚く、照射角度が大きい場合は差が顕著になります。

また、ここで計算しているのは、ビームエネルギー分布の中心点の値です。

実際にはエネルギー分布には幅がありますので、この差による影響は大きくなりますので注意です。

④b は、感応層2の出口位置のLET値です。

また、右隣の残りRangeを参照する事で、ビームがどの深さで停止するかが分かります。



| Edeg Deg# | ref)params μm |
|-----------|--------------------------|
| 1 | 10.20 |
| 2 | 12.80 |
| 3 | 23.80 |
| 4 | 48.59 |
| 5 | 100.24 |
| 6 | 100.80 |
| 7 | 196.39 |
| 8 | 485.95 |
| 9 | 5000 |
| A | 5.48 |
| B | 975.39 |
| C | 2000 |

実験前の準備ツール: 選んだ Edeg の組合せをメモしておくシート

前シート 1_ED検討用 で「メモ」した Edeg板の組合せ を、このシートにコピーしておくと便利です。

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | Z | AA | AE | AF | AG | AH | AI | AK | AM | AO | AP | AQ |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

使い方: 計算パラメータの指定、結果の確認

このシートは、前シート 1_ED検討用 と同じ計算を 特定のEdeg組合せについて行います。

| 2020.01/01 Ar(X01) | | | | | | | | | | 非表示: TTY | | AE*AD | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------|--|-------------|--|-----------|--|---------------|--|--------------|--|-------------|--|------|--|
| ② ビーム調整・結果報告 | | | | | | | | | | ED | | 照射角度 | | 感応層1入口で | | 感応層2 | | | | | | | |
| 《本シートの参照パラメータ》 | | | | | | | | | | Al-Edeg 組合せ (Ptn文字) | | θ | | Device | | LETin 残Rng in | | Device | | | | | |
| WS_head srim40Ar | | | | | | | | | | Th0 | | ΔTh | | Si | | Si | | Si | | Si | | | |
| BeamA 40 Ar | | | | | | | | | | μm | | μm | | MeV/u | | MeV | | μm | | MeV/u | | | |
| ① ビームライン施設 | | | | | | | | | | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C | | | | | | 希望LET~3 | | | | | | | |
| Mat SRIM Fit WS name | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Si srim40Ar_Si | | | | | | | | | | 0 2 3 0 5 0 7 8 0 0 0 0 | | 819.2 -0.6 | | 0 度 | | 100.00 μm | | 5.00 | | | | | |
| 2 Al srim40Ar_Al | | | | | | | | | | 0 2 3 0 0 6 7 8 0 0 0 0 | | 819.7 | | 0 度 | | 56.71 2268.5 | | 3.00 1928.06 | | 56.63 | | | |
| 3 Air srim40Ar_Air | | | | | | | | | | 1 0 3 0 5 0 7 8 0 A 0 0 | | 822.1 2.3 | | 0 度 | | 56.66 2266.3 | | 3.00 1924.72 | | 56.57 | | | |
| 照射物表面・モールド材質 | | | | | | | | | | | | | | 45 度 | | | | 7.07 | | | | | |
| Mld1 Epoxy srim40Ar_Epoxy | | | | | | | | | | 0 0 0 4 0 0 0 8 0 0 0 0 | | 534.5 -3.7 | | 45 度 | | 141.42 μm | | | | | | | |
| Mld2 SiO2 srim40Ar_SiO2 | | | | | | | | | | 1 2 3 0 0 0 0 8 0 A 0 0 | | 538.2 | | 45 度 | | 56.59 2263.5 | | 3.00 1920.58 | | 56.47 | | | |
| Mld3 Kapton srim40Ar_Kapton | | | | | | | | | | 0 0 0 4 0 0 0 8 0 A 0 0 | | 540.0 1.8 | | 45 度 | | 56.66 2266.3 | | 3.00 1924.72 | | 56.57 | | | |
| 照射物・材質 | | | | | | | | | | | | | | 60 度 | | | | 10.00 | | | | | |
| Dev Si srim40Ar_Si | | | | | | | | | | | | | | 200.00 μm | | | | | | | | | |
| 照射物表面層のモールド材 | | | | | | | | | | 0 0 3 0 0 6 0 0 0 A 0 0 | | 130.1 -4.2 | | 60 度 | | 56.65 2266.2 | | 3.00 1924.59 | | 56.49 | | | |
| Mld1 Epoxy 500.00 μm 不感 | | | | | | | | | | 1 0 3 0 5 0 0 0 0 0 0 0 | | 134.2 | | 60 度 | | 56.58 2263.0 | | 3.00 1919.77 | | 56.41 | | | |
| Mld2 SiO2 200.00 μm 不感 | | | | | | | | | | 1 0 3 0 0 6 0 0 0 0 0 0 | | 134.8 0.6 | | 60 度 | | 56.56 2262.6 | | 3.00 1919.12 | | 56.40 | | | |
| Mld3 Kapton 0.00 μm 不感 | | | | | | | | | | | | | | | | 希望LET~13 | | | | | | | |
| 照射物表面層～感応層まで | | | | | | | | | | 0 2 0 4 5 6 7 0 0 0 0 0 C | | 2458.8 -2.9 | | 0 度 | | 100.00 μm | | 5.00 | | | | | |
| Dev1 Si 100.00 μm 不感 | | | | | | | | | | 1 0 0 4 5 6 7 0 0 A 0 C | | 2461.7 | | 0 度 | | 5.87 234.8 | | 12.83 66.24 | | 5.50 | | | |
| 感応層1厚さ | | | | | | | | | | 0 2 0 4 5 6 7 0 0 A 0 C | | 2464.3 | | 2.6 | | 0 度 | | 5.62 224.8 | | 13.08 62.83 | | 5.23 | |
| Dev2 Si 5.00 μm 感応1 | | | | | | | | | | | | | | | | 5.38 215.2 | | 13.34 59.75 | | 4.99 | | | |
| 感応層2厚さ | | | | | | | | | | 0 2 0 4 5 0 0 0 0 A 0 C | | 2167.1 -0.6 | | 45 度 | | 141.42 μm | | | | 7.07 | | | |
| Dev3 Si 20.00 μm 感応2 | | | | | | | | | | 0 2 0 4 0 6 0 0 0 A 0 C | | 2167.7 | | 45 度 | | 5.80 231.8 | | 12.90 65.22 | | 5.25 | | | |
| 測定値 ref:params | | | | | | | | | | 1 2 0 4 5 0 0 0 0 0 0 C | | 2171.8 | | 4.2 | | 45 度 | | 5.38 215.3 | | 13.33 59.80 | | 4.83 | |
| ① ExpR 3330.0 μm | | | | | | | | | | | | | | | | 希望LET~13 | | | | | | | |
| 空気層 ref:params | | | | | | | | | | | | | | 60 度 | | 200.00 μm | | 10.00 | | | | | |
| Air1 145.0 mm | | | | | | | | | | 1 2 3 4 0 0 7 8 0 A B 0 | | 1758.6 -4.7 | | 60 度 | | 5.85 234.2 | | 12.84 66.01 | | 5.09 | | | |
| Air2 200.0 mm | | | | | | | | | | 1 2 3 4 5 6 0 8 0 A B 0 | | 1763.3 | | 60 度 | | 5.44 217.7 | | 13.27 60.57 | | 4.65 | | | |
| 気温 27.0 °C | | | | | | | | | | 0 0 0 0 5 0 7 8 0 A B 0 | | 1763.5 0.2 | | 60 度 | | 5.42 217.0 | | 13.29 60.34 | | 4.63 | | | |
| 気圧 1007.0 hPa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

①、② 計算パラメータの指定

前シート 1_ED検討用 と同じ値をコピーしておきます。
但し ②照射角度 は、右側の表中に記載してください。

③ Edeg組合せの記入算

前シート 1_ED検討用 で「メモ」しておいた Edeg組合せのパターン文字列を「値をコピー」でここにコピーしておきます。
このパターンを元に、その右側に 1_ED検討用 シートと全く同じ計算をします。

※ 表中第2行に、「非表示」としてある列名が書いてあります。
「列を再表示」とすると、これらが再表示され、1_ED検討用シート と全く同じ計算をしている事がわかります。

※ 必要に応じて、この整理表を拡張してください。
上例は、感応層1のLET値を同じにするような照射角度が異なる組合せ という分類で整理した表です。