

DTL-SDTL 間横マッチング (F-1)

2001.7.16 T. Kato

まとめ

DTL-SDTL 間の横マッチングの例を示す。ビーム半径があまり小さくならないように、長い部分にわたってマッチングを達成する方法が好ましい。実際のチューニングは、DTL 出力ビームのエミッタンス測定及び SDTL タンク間に設置するビーム幅モニターにより行う。

1. はじめに

DTL と SDTL の接続は $1\beta\lambda$ の空間で行っている。周波数が同じなので、縦方向のマッチングは電場の調整 (デザイン) により行う。横方向収束に関しては、DTL から SDTL に変わる事により、大きな変化があるので、この部分の収束磁石をチューニングしてマッチングを達成しなければならない。ここでは DTL 最後部のラティスと SDTL 入射部のラティスを TRACE3D により接続する事を試みた。その結果を粒子シミュレーションで追試した。

2. マッチングの具体的方法

DTL 側： DTL 最後の端板の磁石を含めて 5 個の磁石を使う。

SDTL 側： SDTL タンク 3 の後ろまでにある 6 個の磁石を使い、SDTL-4 のタンク入り口でマッチングがとれる状態とする。DTL と SDTL の境において、適当なエミッタンスの形を仮定し、その前後でマッチングを達成させる。

3. パラメータ

関連するパラメータを表 1 に示す。計算上では、DTL の磁石長さはセルの半分となっており、製作している長さとは異なる。図 1 に TRACE3D 出力を示す。DTL/SDTL 部最大ビーム半径は $3.9/7.7\text{mm}(5\sigma)$ となっており、ボア半径 $13/18\text{mm}$ に比べて余裕がある。表 2 に DTL 最後部のパラメータ、表 3 に SDTL 入射部のパラメータを示す。

4. チューニングの概略

実際のチューニングでは、第 5 節のシミュレーションで示すように、部分的なマッチング計算によりパラメータを決めれば、ある程度のマッチングは達成出来る。しかしながら、DTL 入射条件等が変化する可能性が高いので、DTL 出力エミッタンスの測定を基礎にする事が望ましい。

1) DTL 出力ビームのエミッタンスを知る事

ビーム立ち上げの毎回必要とは言えないが、チューニングの基準となるエミッタンスと twiss parameters に関する知見が必要となる。この測定には、SDTL タンクをはさんでスリットとデテクターを置く方法、あるいは SDTL 入射部の複数個のプロファイルモニターを使って行う

方法が考えられる。

2) SDTL 入射マッチビームエミッタンスの測定

SDTL-4 以後の場所にてエミッタンスを測定する。

3) 慣れてくれば、前項の変わりに、複数のビーム幅測定でマッチングが達成出来ると思われる。

運転中のモニターは non-destructive のビーム幅モニターとなる。

4) SDTL 出口のビームの広がり

ミスマッチによるビームの横方向の広がりをサーベイする事は、fine-tuning を行う上で、有効と思われる。その為に、SDTL 出口付近の感度の高いプロファイルモニター（又はスクレーパー）を考慮する。

表 1 DTL-SDTL マッチング時の磁石パラメータ（例）。第 3 DTL タンクの磁石番号は、セル番号+3 となっているので、数え方に注意の事。

名称	T/m (design)	T/m (after matching)
Q144	15.38	15.38
Q145	-15.30	-16.0
Q146	15.09	13.503
Q147	-15.0	-8.76
Q148	14.91	16.74
Q149 (端板, full)	-14.83	-13.07
Drift space	218.5 mm	
SDTL1		
QS-1	21.85	-18.47
QS-2	-21.85	22.0
SDTL-2		
QS-3	22.18	8.43
QS-4	-22.18	-15.75
SDTL-3		
QS-5	22.85	20.82
QS-6	-22.85	-18.95

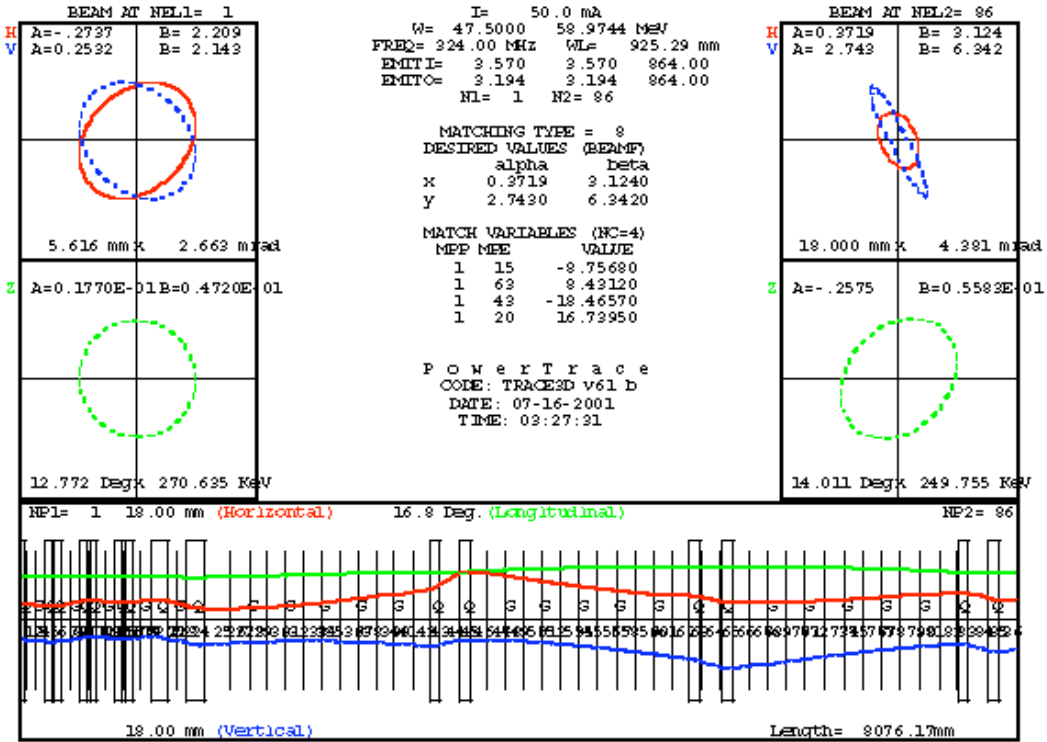


図1 TRACE3DによるDTL-SDTL マッチング例。DTLセル141からSDTLタンク4の入り口まで。

表2 DTL 後部のデザインパラメータ、セル141から146まで。

NC=cell number, DD1=half-drift length, DD2=half-drift length, T=TTF, DV=E0TL,
 DW=E0Tlcosf, Win=injection energy, Wout=output energy, H2=magnetic field gradient,
 DQ2=q-magnet length, WS2=beam energy

141	0.1538500D+04	0.7070905D+01	0.4750483D+02	NC	H2	DQ2	WS2								
142	0.1538500D+04	0.7070905D+01	0.4750483D+02	NC	H2	DQ2	WS2								
142	0.7112449D+01	0.7135449D+01	0.6900318D+00	0.1166237D+01	0.5112448D+00	0.4750483D+02	0.4801607D+02	NC	DD1	DD2	T	DV	DW	Win	Wout
142	-0.1529500D+04	0.7106268D+01	0.4801607D+02	NC	H2	DQ2	WS2								
143	-0.1529500D+04	0.7106268D+01	0.4801607D+02	NC	H2	DQ2	WS2								
143	0.7147684D+01	0.7170594D+01	0.6889143D+00	0.1170124D+01	0.5129485D+00	0.4801607D+02	0.4852902D+02	NC	DD1	DD2	T	DV	DW	Win	Wout
143	0.1508500D+04	0.7141515D+01	0.4852902D+02	NC	H2	DQ2	WS2								
144	0.1508500D+04	0.7141515D+01	0.4852902D+02	NC	H2	DQ2	WS2								
144	0.7182812D+01	0.7205642D+01	0.6879700D+00	0.1174270D+01	0.5147660D+00	0.4852902D+02	0.4904378D+02	NC	DD1	DD2	T	DV	DW	Win	Wout

144 -0.1499500D+04 0.7176656D+01 0.4904378D+02 NC H2 DQ2 WS2
 145 -0.1499500D+04 0.7176656D+01 0.4904378D+02 NC H2 DQ2 WS2
 145 0.7217836D+01 0.7240574D+01 0.6868432D+00 0.1178069D+01 0.5164315D+00
 0.4904378D+02 0.4956022D+02 NC DD1 DD2 T DV DW Win Wout
 145 0.1490500D+04 0.7211689D+01 0.4956022D+02 NC H2 DQ2 WS2
 146 0.1490500D+04 0.7211689D+01 0.4956022D+02 NC H2 DQ2 WS2
 146 0.7252739D+01 0.7275383D+01 0.6855509D+00 0.1181545D+01 0.5179554D+00
 0.4956022D+02 0.5007817D+02 NC DD1 DD2 T DV DW Win Wout
 146 -0.1483000D+04 0.7246604D+01 0.5007817D+02 NC H2 DQ2 WS2

表3 SDTL 入射部デザインパラメータ

tank	NC	CL	V	DW	Ez	T	phi	CL/2
		cm	MV	MeV	MV/cm			
1		29.13211	0.60418	0.53833	0.02530	0.81973	-0.47124	14.56605
2		29.27587	0.60639	0.54030	0.02530	0.81870	-0.47124	14.63793
3		29.41921	0.60859	0.54226	0.02530	0.81766	-0.47124	14.70961
4		29.56214	0.61078	0.54421	0.02530	0.81663	-0.47124	14.78107
5		29.70464	0.61288	0.54608	0.02530	0.81551	-0.47124	14.85232
	drift	12.78045	cm					
	q-mag	9.00000	2185.00000	cm gauss / cm				
	drift	16.00000						
	q-mag	9.00000	2185.00000					
	drift	12.78045						
	TOTlg	206.65487						
6		29.84671	0.61495	0.54793	0.00000	0.81437	-0.47124	14.92336
7		29.98835	0.61701	0.54976	0.00000	0.81324	-0.47124	14.99417
8		30.12956	0.61906	0.55159	0.00000	0.81212	-0.47124	15.06478
9		30.27034	0.62111	0.55342	0.00000	0.81102	-0.47124	15.13517
10		30.41069	0.62315	0.55523	0.00000	0.80992	-0.47124	15.20535
	drift	13.48553						
	q-mag	9.00000	2218.00000					
	drift	16.00000						
	q-mag	9.00000	2218.00000					
	drift	13.48553						

TOTlg 418.27159

11	30.55575	0.67467	0.60114	0.02530	0.80879	-0.47124	15.27788
12	30.70625	0.67699	0.60320	0.02530	0.80759	-0.47124	15.35312
13	30.85624	0.67928	0.60524	0.02530	0.80638	-0.47124	15.42812
14	31.00575	0.68155	0.60727	0.02530	0.80518	-0.47124	15.50287
15	31.15475	0.68379	0.60926	0.02530	0.80397	-0.47124	15.57738

drift 14.23439

q-mag 9.00000 2285.00000

drift 16.00000

q-mag 9.00000 2285.00000

drift 14.23439

TOTlg 635.01912

5. シミュレーション

DTL の最後の 5 個の磁石を前節の計算結果 (表 1) を使って変え、SDTL の最初の 3 組の磁石も同様に变化させて、DTL+drift-space+SDTL の粒子シミュレーションを行った。結果を図 2-5 に示す。このシミュレーションは、TRACE3D によるアクセプタンス計算の結果が、(充分ではないが) 解となっている事を確かめたという程度の意味なので、細かい点は今後の課題とする。

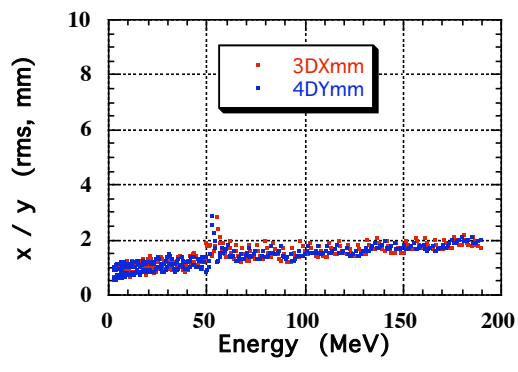


図2 rms ビーム半径

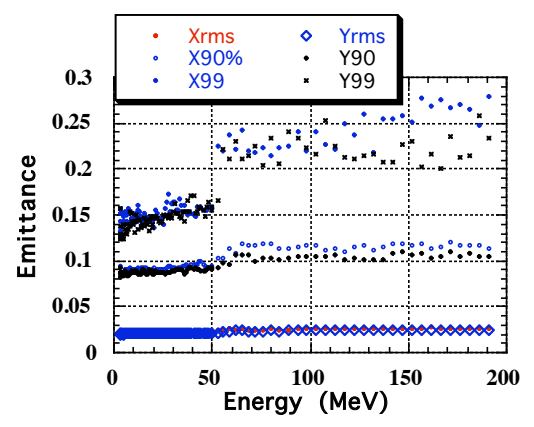


図3 rms,90,99%エミタンスの変化

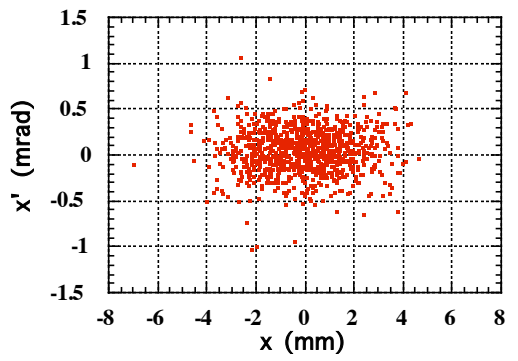


図4 x-x' 出力

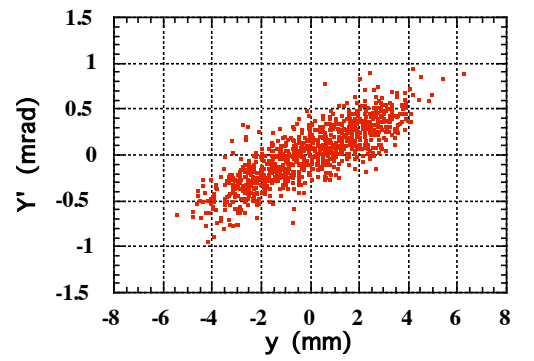


図5 y-y' 出力