

SINGULA ベンチマーク計算 (例題 31 ~ 40)

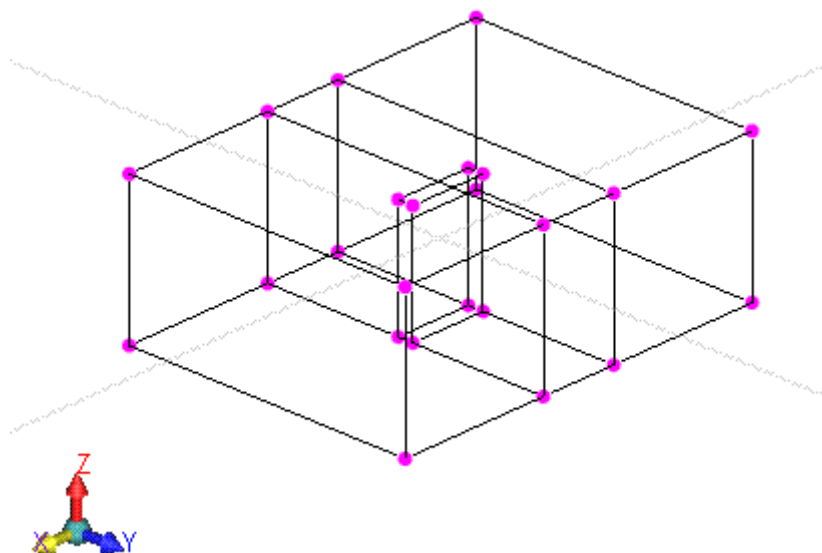
3 1 方形のリッジ導波管

データベースファイル IEEEMTT88Dec_p1825_RidgeRectWG_SYZ.dbs
モデルフォルダー /Benchmark Examples/Rectangular Ridge Waveguide/

方形のリッジ導波管の、特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 24, セグメント 42, サーフェス 23, ボリューム 4



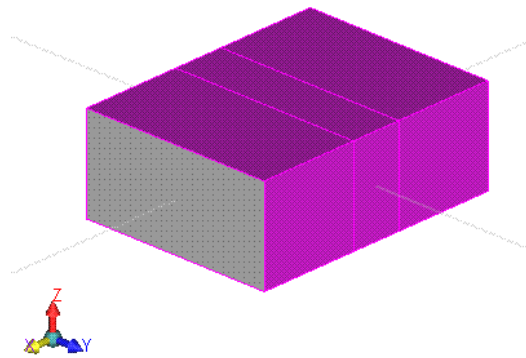
全体図

導波管断面の大きさは幅 19.048、高さ 9.524 である。管の長さは+X から 10, 5.08 及び 10 である。中央にあるリッジは幅 5.08, 高さ 7.619、板厚 1.016 である。

物理グローバル設定

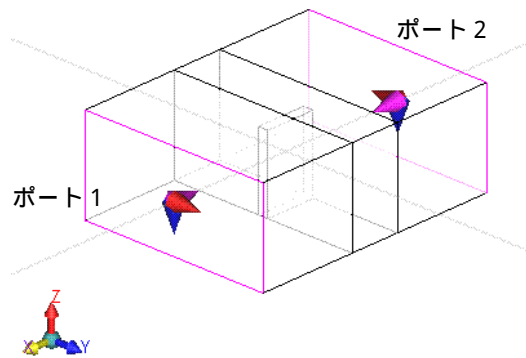
ソルバータイプを Z,Y,S Matrix にセットし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 8000 ~ 16000 MHz の 81 ステップ (刻み 100 MHz) である。主伝播モードを取り出すオプションを立てている。

材料設定はない。



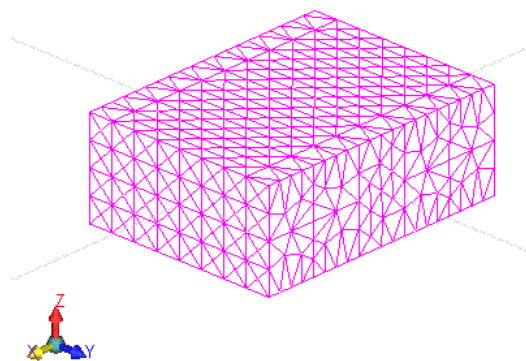
コンダクタ設定

導波管の壁面のサーフェスを完全導体として定義する（左図のピンク部分）。また、リッジの表面サーフェスも完全導体とする。



給電

管両端のサーフェスに、導波管ソースを設定する。赤は電界方向、青は磁界方向を表す。

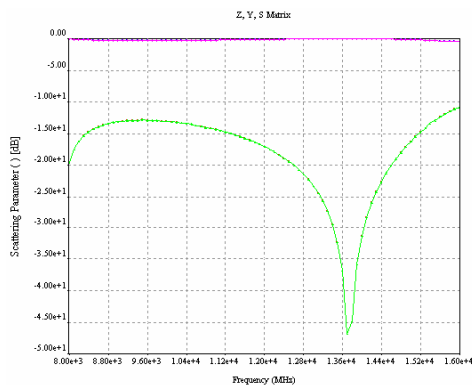


メッシュ

コンダクタ及び導波管ソースを設定したサーフェスを、2D要素でメッシュ分割する。

2D要素 1194

計算結果



S パラメータ

散乱マトリックス (S パラメータ) を表示する。上から S(1,1), S(1,2), S(2,1), S(2,2) の dB 表示である。

3.2 方形の誘電体共振導波管

データベース	IEEEMTT97May_p814_DielRectWG_SYZ.dbs
ファイル	IEEEMTT97May_p814_DielRectWG_SYZ_betterMesh.dbs IEEEMTT97May_p814_DielRectWG_rad[3008GHz].dbs
モデルフォルダー	/Benchmark Examples/Rectangular Dielectric Resonator Waveguide/

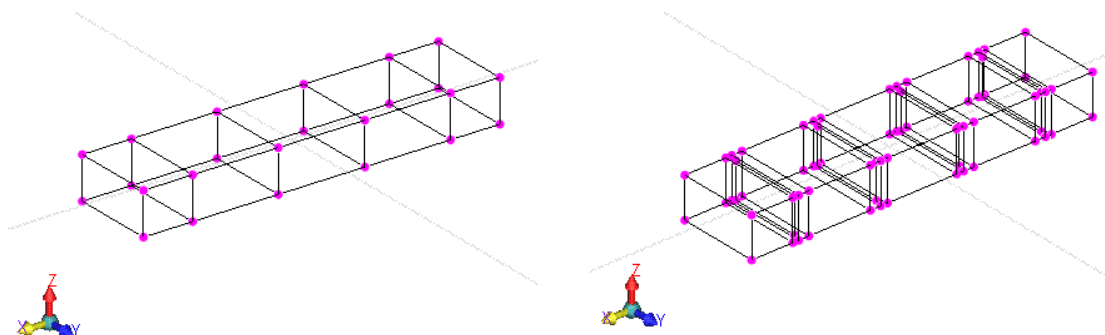
方形の誘電体共振導波管の、特性パラメータと放射特性を計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 24, セグメント 44, サーフেস 26, ボリューム 5

ポイント 72, セグメント 140, サーフেস 82, ボリューム 5

betterMesh モデル



betterMesh モデル

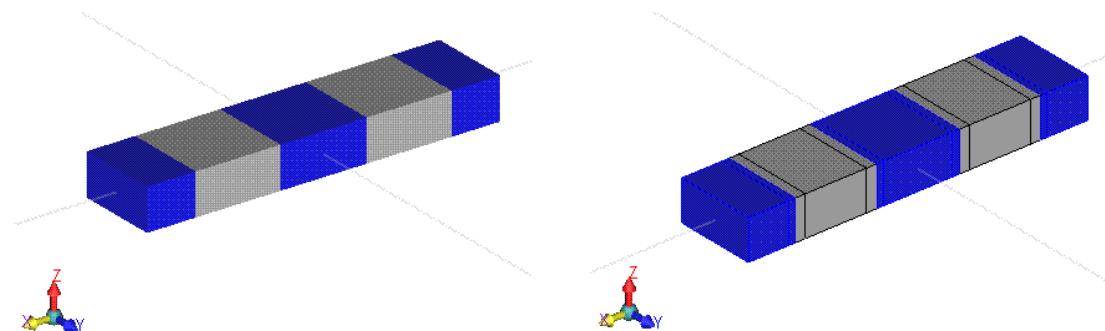
方形の管断面の大きさは、幅 25.4、高さ 12.7 である。管は 5 つのボリュームからなり、その長さは +X 側から 15, 26.1, 26.4, 26.1, 15 で、全長 108.6 である。

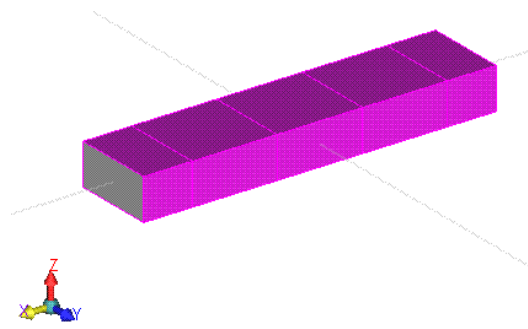
物理グローバル設定

特性パラメータの計算では、ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 3010 ~ 3130 MHz の 16 ステップ (刻みランダム) である。また主伝播モードの取り出しオプションを立てている。

放射特性の計算は、ソルバータイプを Field とし、Frequency を 3080 MHz に設定する。

材料設定 誘電体のボリュームに、名前 Dielectric10 (青) の材料を指定する。その比誘電率は 10 (実数) である。betterMesh モデルは右側である。

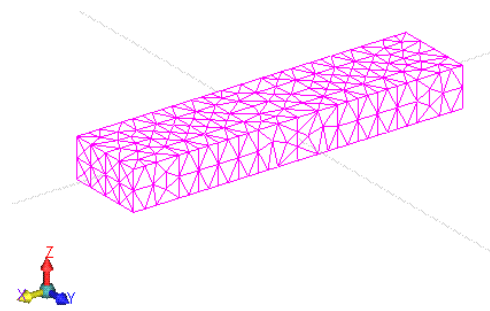
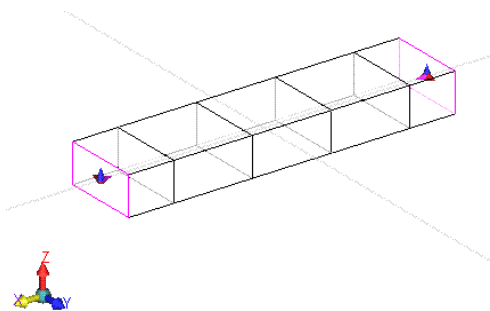




コンダクタ
導波管壁面のサーフェスを完全導体と定義する。(左図のピンク部分)

給電 管両端のサーフェスに導波管ソースを設定する。赤は電界方向、青は磁界方向を表す。

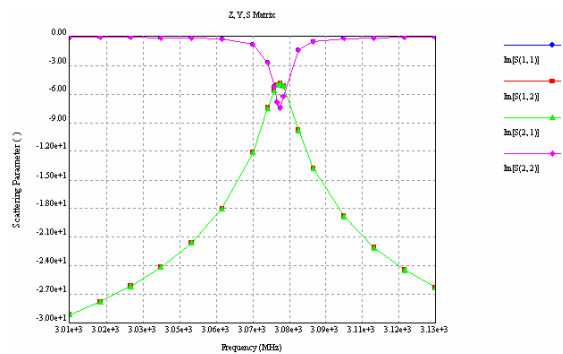
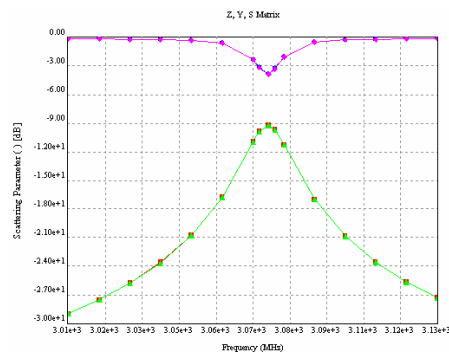
メッシュ 2D 要素数 1848
コンダクタ、及び導波管ソースのサーフェスを 2D 要素でメッシュ分割する。



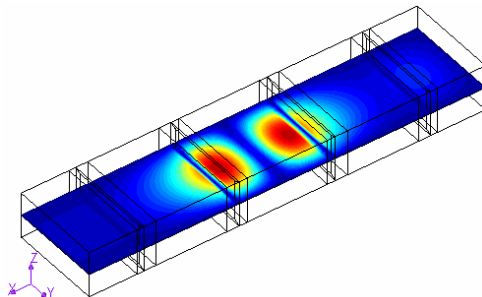
計算結果

1) 特性パラメータ

散乱マトリックス (S パラメータ) を計算する。上から S(1,1), S(1,2), S(2,1), S(2,2) の dB 表示である。これから共振周波数は 3080 MHz となる。



2) 放射特性



電界の大きさ $|E_m|$ [V/m] のコンター図を表示する。

betterMesh モデル

3.3 円形 方形の T 分岐導波管

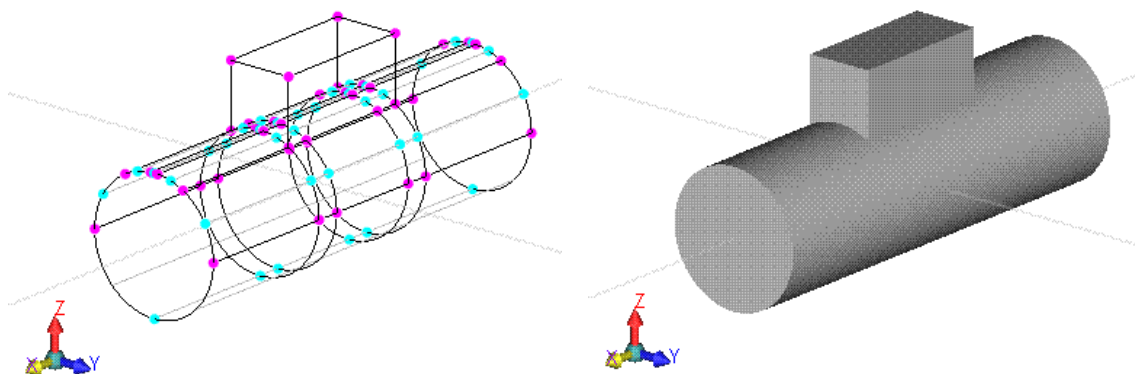
データベースファイル IEEEMTT98Aug_p1173_CircularRectangular_TJunction_SYZ.dbs

モデルフォルダー /Benchmark Examples/Circular-Rectangular T-Junction Waveguide/

円形と方形の導波管からなる T 分岐の特性特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 76, セグメント 74, サーフェス 39, ボリューム 2

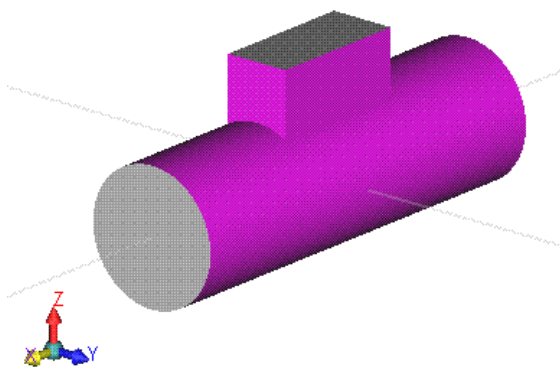


この T 分岐導波管は、円形導波管の中央に方形導波管が結合した形状をしている。円形導波管の半径は 16.27 で、長さは 104 である。中央の方形導波管は、断面が X 方向 35.85、Y 方向 15.8 で、高さは円形導波管の中心軸から 30 である。

物理グローバル設定

ソルバタイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 6200 ~ 7000 MHz の 9 ステップ (刻み 100 MHz) である。また主伝播モードの取り出しオプションを設定している。

材料設定はない。

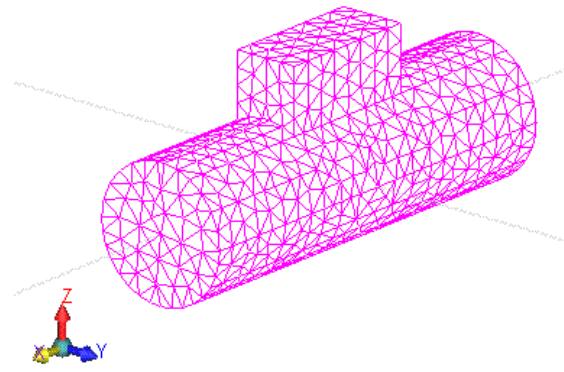
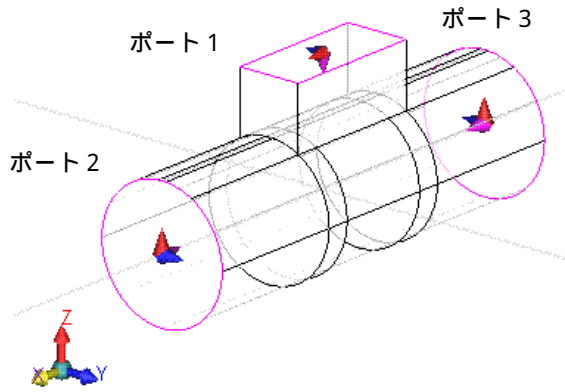


コンダクタ

導波管の壁面のサーフェスを完全導体として定義する。左図のピンク部分である。

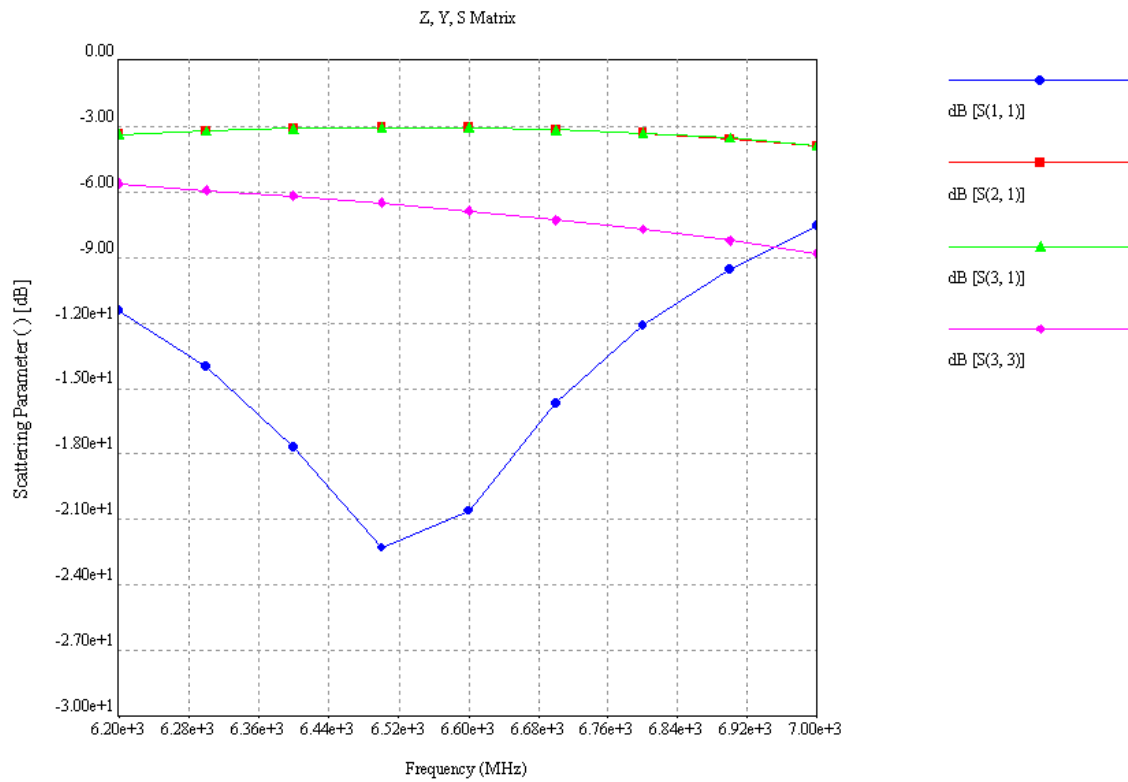
給電 導波管ソースを設定する。

メッシュ 2D要素数 1704



計算結果

Analysis > Z,Y,S Matrix を選択して、特性パラメータを出力する。左下図は散乱マトリックスの直交プロットである。上から、S(1,1), S(2,1), S(3,1), S(3,3)のdB表示である。



3.4 同軸のT分岐

データベースファイル

CoaxialTJunction_SYZ[10_30GHz].dbs

CoaxialTJunction_SYZ[10_30GHz]_50modes.dbs

CoaxialTJunction_SYZ[10_30GHz]_100modes.dbs

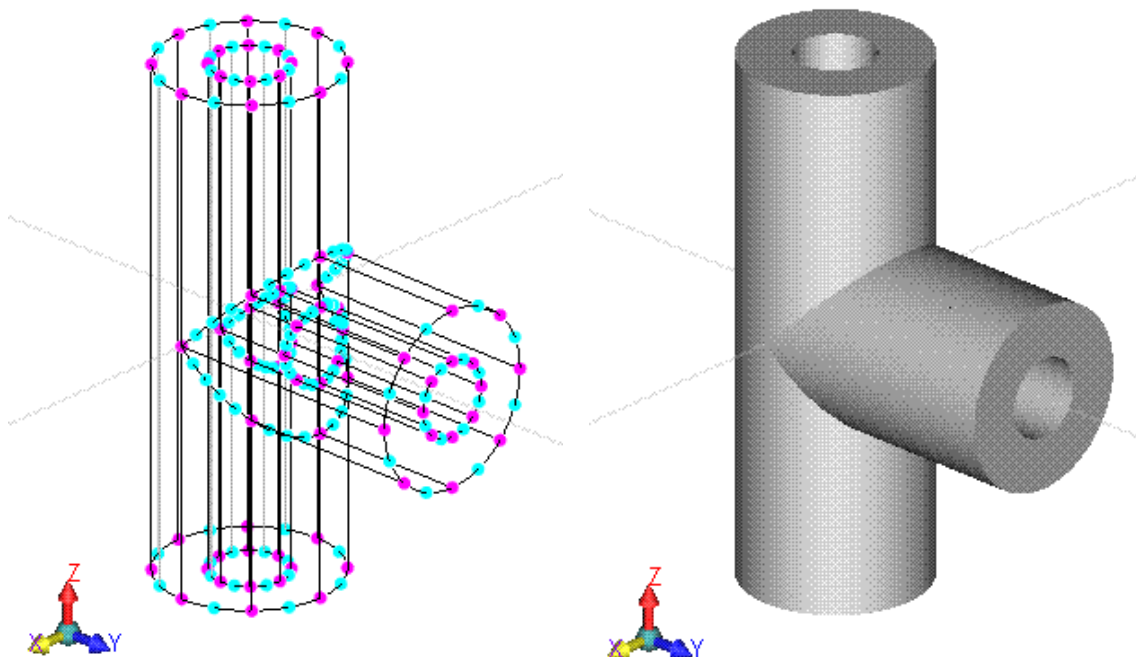
モデルフォルダー

/Benchmark Examples/Coaxial Tee junction/

同軸円筒のT分岐導波管の特性パラメータを求める。

形状 (単位 mm)

ポイント 183, セグメント 130, サーフェス 62, ボリューム 2



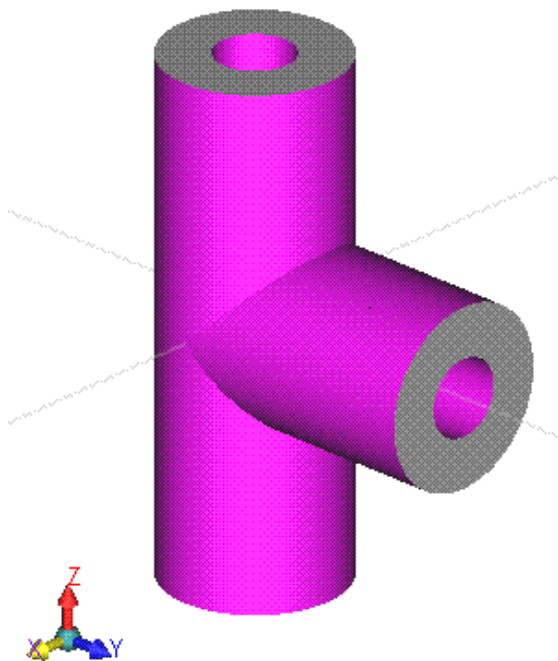
同軸円筒は外半径 35、内半径 15 で、Z 方向高さは 20 である。中央部で+Y 方向から、同じ同軸円筒が接続して、T 分岐を構成している。また、その長さは円筒中心軸から 10 である。

同軸円筒の接続部の形状は、プログラム内にある形状モデラーで作成できる。また、他の CAD プログラムで作成したものを、インポートすることもできる。

物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 10000 ~ 30000 MHz の 21 ステップ (刻み 1000 MHz) である。また、主伝播モードの取り出しオプションを設定している。

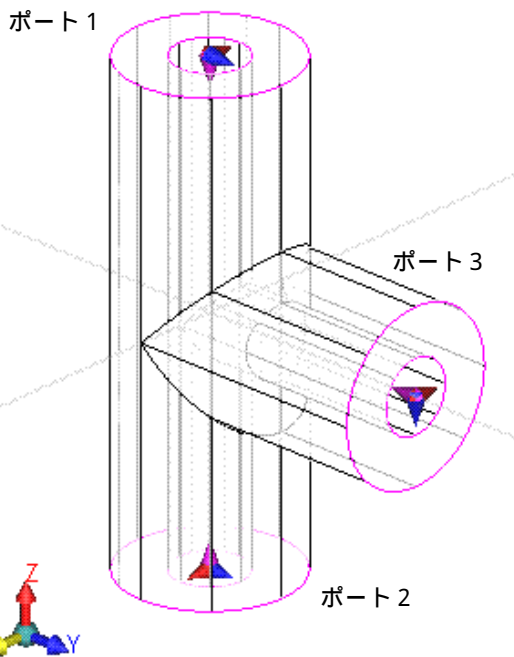
材料設定はない。



給電

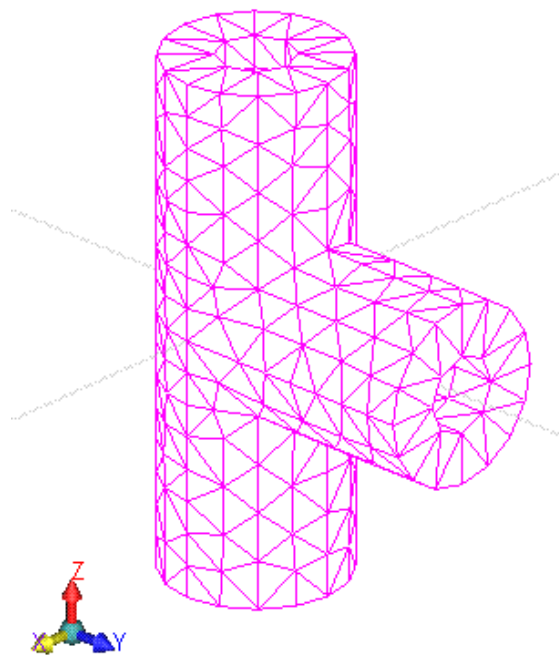
コンダクタ設定

同軸T分岐導波管の外表面及び内表面のサーフェスを、完全導体として定義する。左図のピンクの部分。



同軸タイプの導波管ソースを、T分岐の各端部に設定する。
導波管ソースを定義したサーフェスの面内で、赤は電界方向、青は磁界方向を表す。

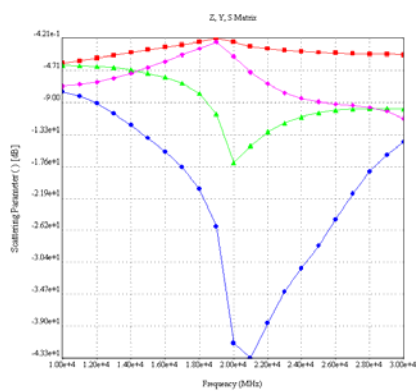
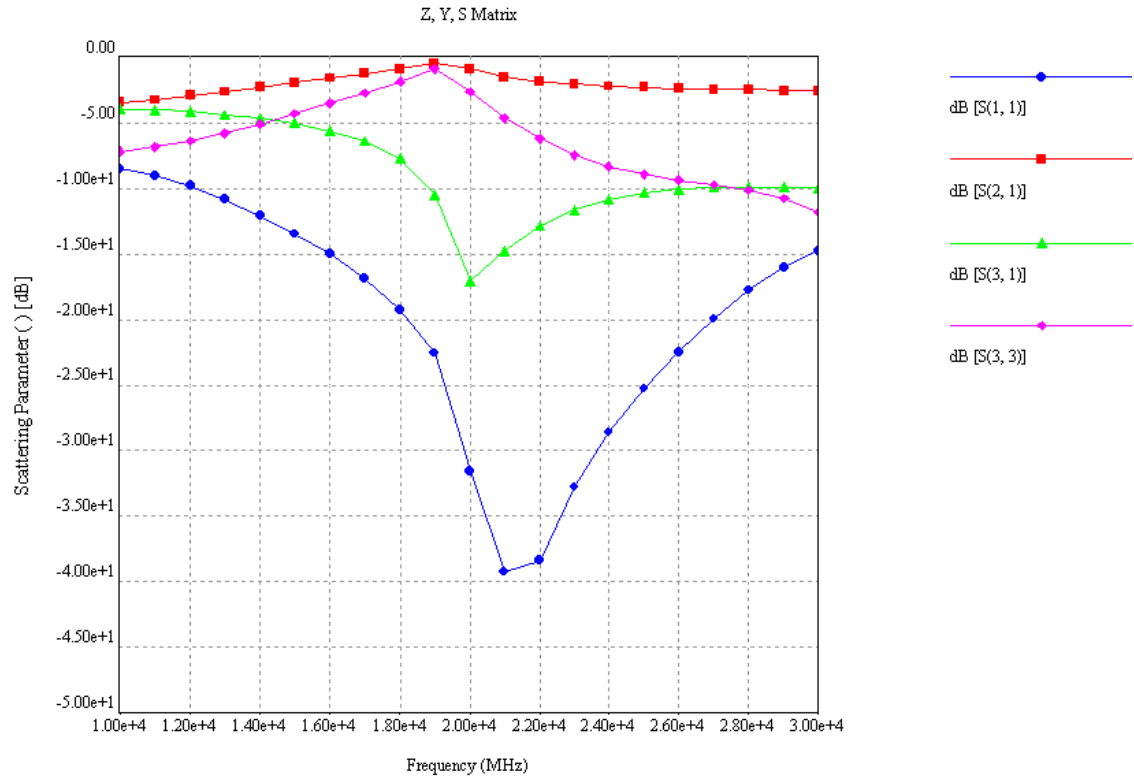
メッシュ 2D要素数 980



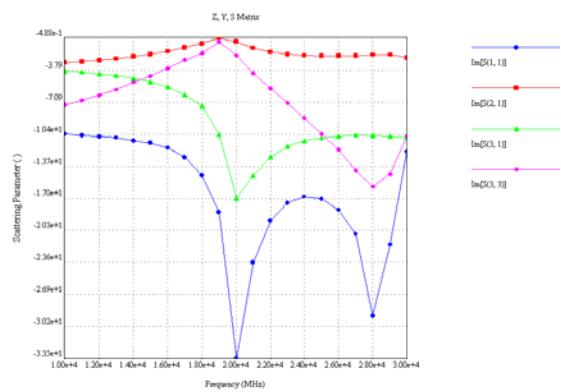
同軸導波管の外表面と内面のサーフェスを、2D要素でメッシュ分割する。

計算結果

散乱マトリックス(Sパラメータ)を計算した周波数を横軸にして表示する。上から S(1,1), S(2,1), S(3,1), S(3,3)の dB 表示である。



50modes モデル



100modes モデル

3.5 導波管とマイクロストリップの移行

データベース IEEEMTT2000Jan_p57_WaveguideMicrostripTransition_SYZ[8_12GHz].dbs

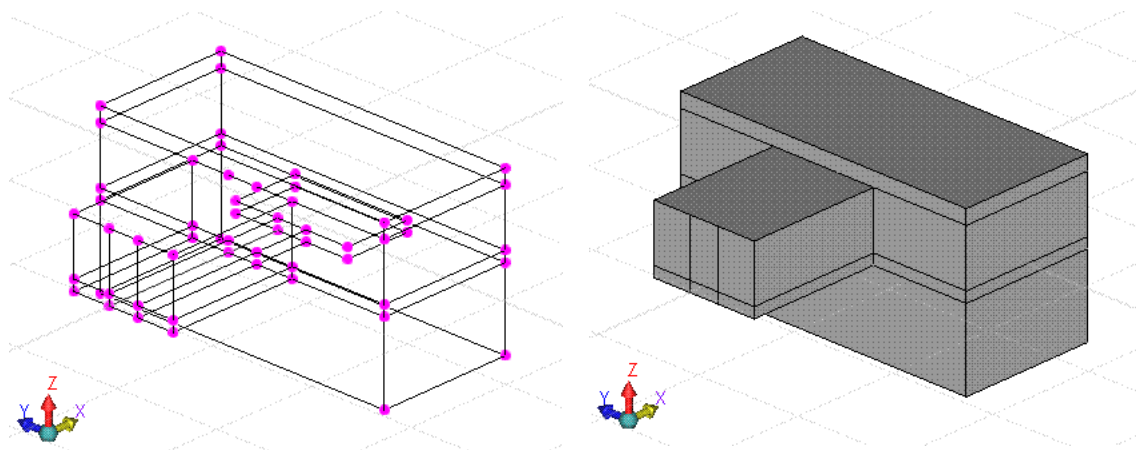
ファイル IEEEMTT2000Jan_p57_WaveguideMicrostripTransition_SYZ[8_12GHz]_WGfeed.dbs

モデルフォルダー /Benchmark Examples/Waveguide-to-microstrip Transition/

導波管からマイクロストリップへの移行回路の特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

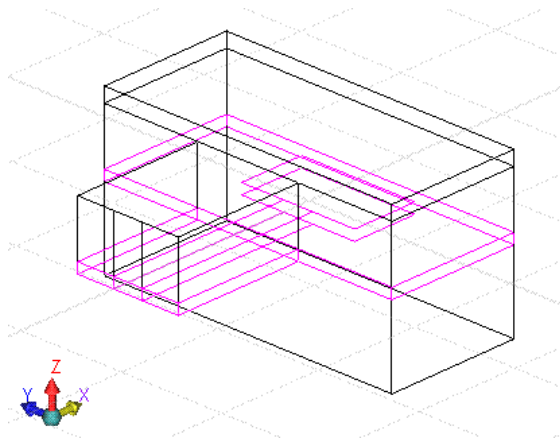
ポイント 56, セグメント 95, サーフェス 43, ボリューム 3



方形導波管の上に T 形の誘電体が設置され、誘電体上面にマイクロストリップ線路が配置されている。さらにそれらを覆う管路からなる。方形導波管断面の大きさは、X 方向 10.16、Y 方向 22.86 で、高さは 6 である。誘電体の板厚は 0.79 である。

物理グローバル設定

ソルバタイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 8000 ~ 12000 MHz の 21 ステップ (刻み 100 MHz) である。主伝播モードを取り出すオプションを設定している。

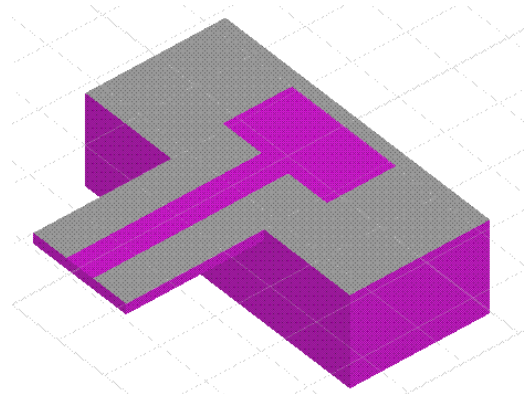
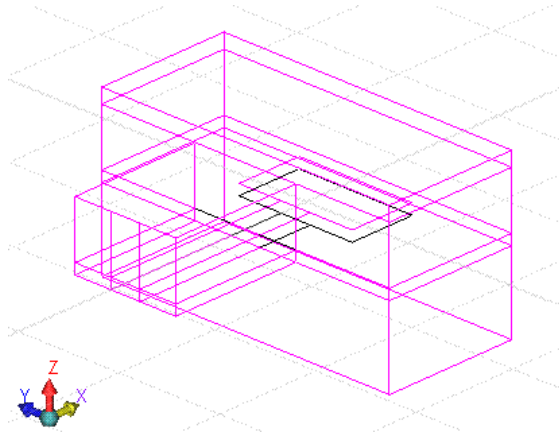


材料設定

誘電体のボリューム(左図のピンク部分)に、名前 Dielectric4 の材料を指定する。その比誘電率は 2.35 の実数である。

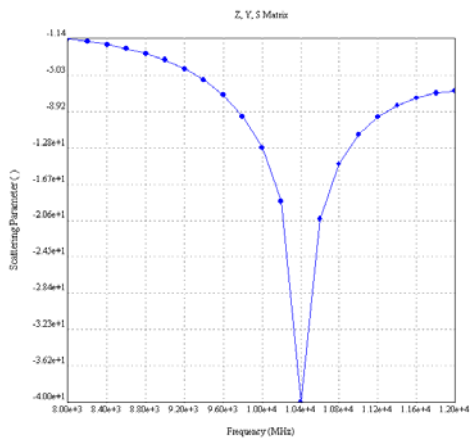
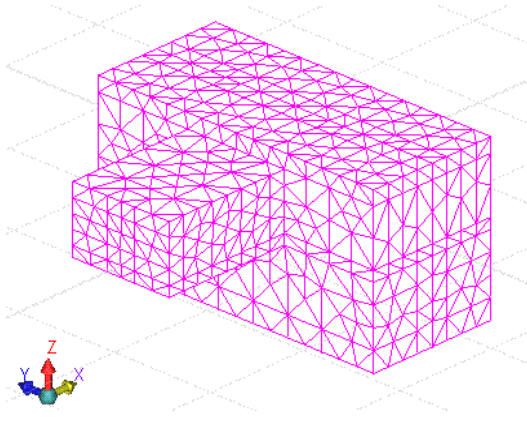
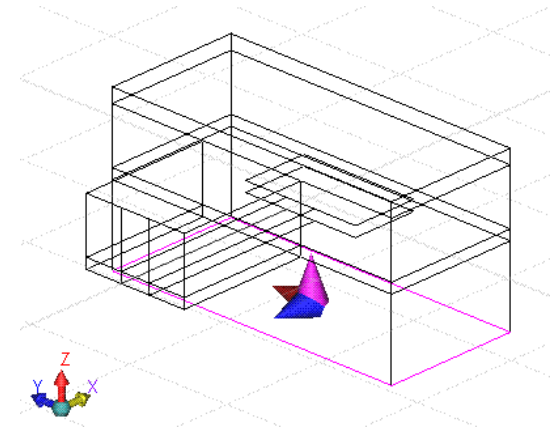
コンダクタ

左下図にピンクで示すサーフェスを完全導体として定義する。完全導体でないサーフェスは、誘電体上面のマイクロストリップを除くサーフェス（右下図）と誘電体下面、及び導波管ソースを設定する最下面である。



マイクロストリップ線路
（上部の形状を隠して表示している）
メッシュ 2D 要素数 2090

給電 導波管ソースを設定する。



計算結果

散乱マトリックス (S パラメータ) を表示する。

Im(S11, 1)

3.6 方形の導波管フィルター

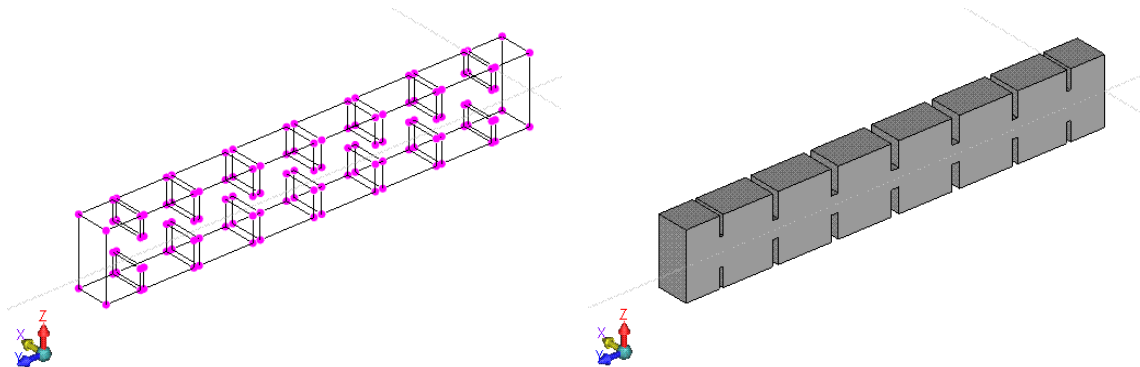
データベースファイル IEEEMTT97May_p856_waveguidefilter_SYZ.dbs

モデルフォルダー /Benchmark Examples/Rectangular Waveguide Filter/

方形の導波管フィルターの特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 120, セグメント 180, サーフェス 62, ボリューム 1



方形導波管の断面は X 方向 9.525、Y 方向 19.05 で、長さは 123.2 である。上図に示すように上下の 7 個のスリットにより、8 個の部分に分かれている。スリットの大きさは、X 方向 9.525、Z 方向 7.025 である。導波管の Y 方向の各部分の長さはつぎのとおりである。

10, (1.001), 14.557, (1.551), 15.599, (2.159), 15.609, (2.252), 15.609, (2.159), 15.599, (1.551), 14.557, (1.001), 10 ()内の数値はスリット部の長さである。

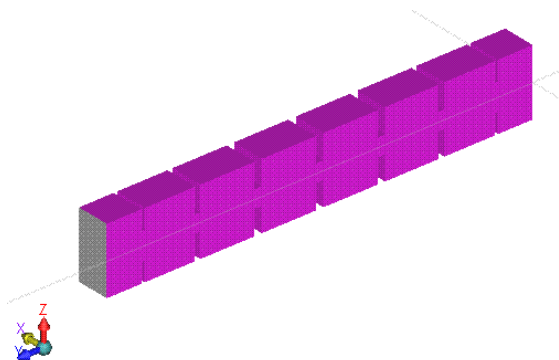
物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 11600 ~ 12400 MHz の 21 ステップ (刻み 40 MHz) である。主伝播モードの取り出しオプションを設定している。

材料設定はない。

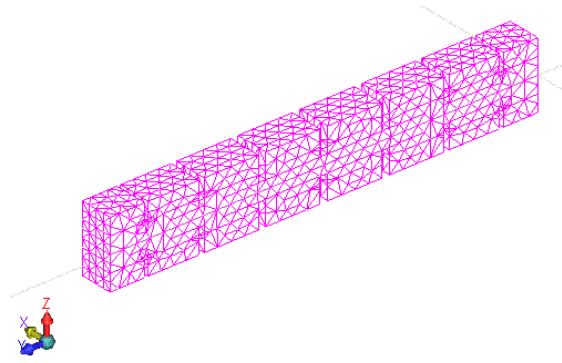
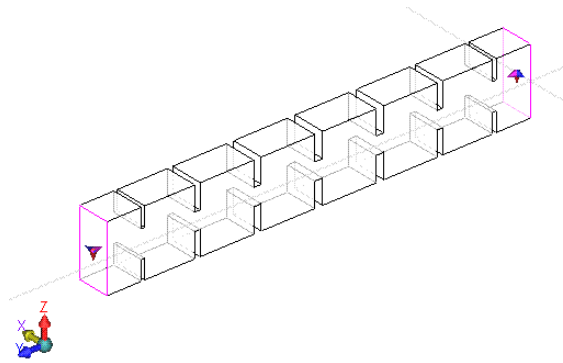
コンダクタ

方形導波管の端部サーフェスを除いて、すべてのサーフェスを完全導体とする。右図のピンク部分。



給電

メッシュ 2D 要素数 3666

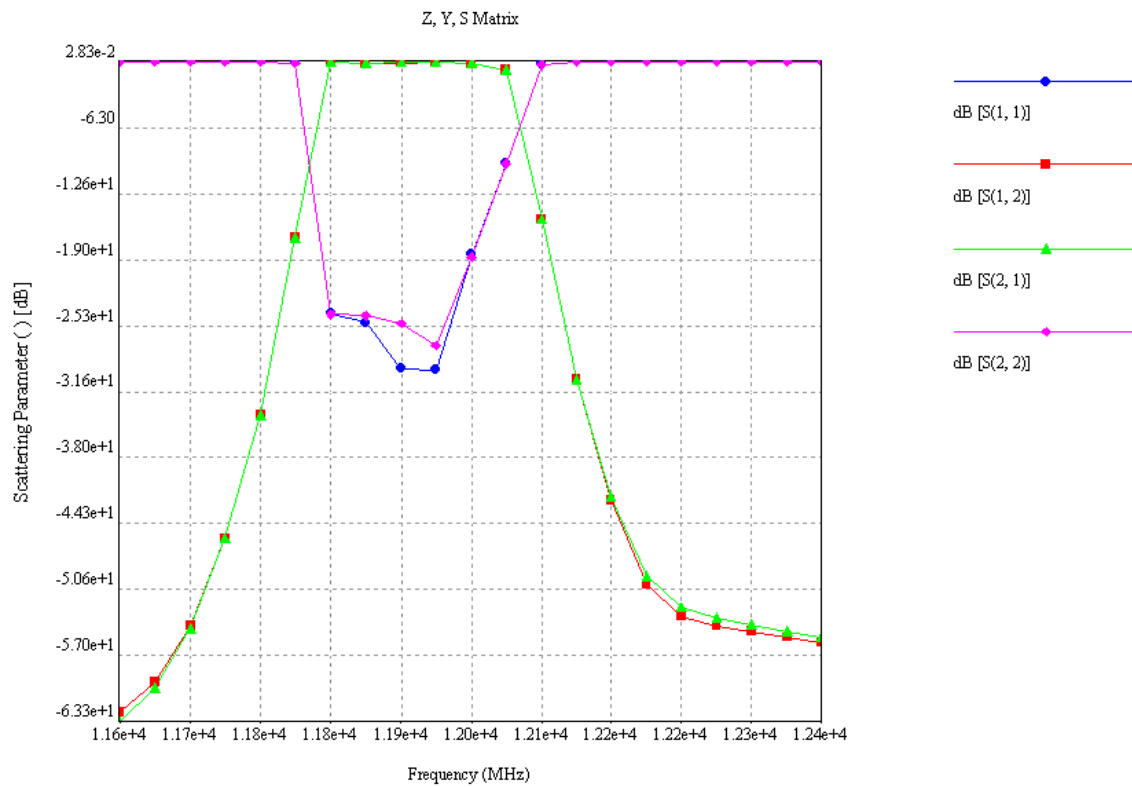


導波管端部の2つのサーフェスに、導波管ソースを設定する。

コンダクタ及び導波管ソースを設定したサーフェスを、2D 要素でメッシュ分割する。

計算結果

散乱マトリックスを表示する。上から $S(1,1)$, $S(1,2)$, $S(2,1)$, $S(2,2)$ の dB 表示である。



3.7 導波管指向性フィルター

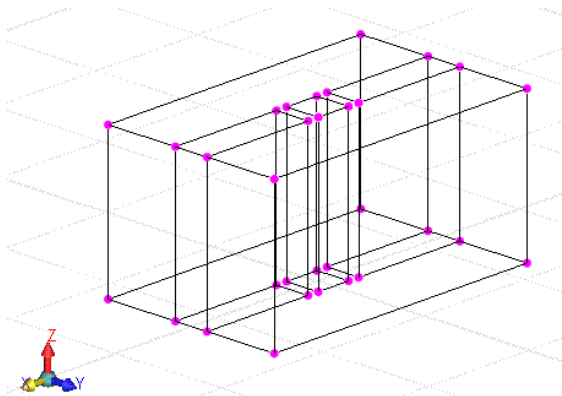
データベースファイル WaveguideDirectionalCoupler_SYZ.dbs

モデルフォルダー /Benchmark Examples/Waveguide Directional Filter/

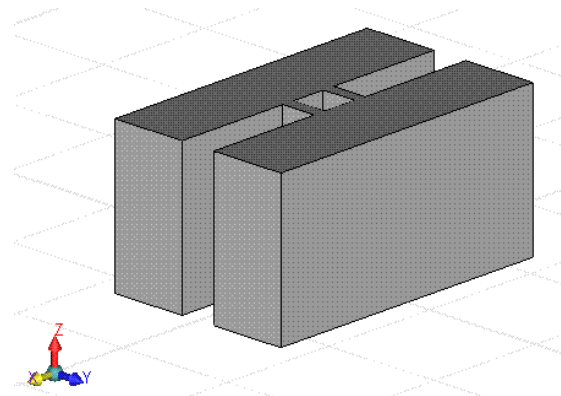
導波管を用いた指向性フィルターの特性パラメータを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 32, セグメント 52, サーフェス 26, ボリューム 4



全体モデル



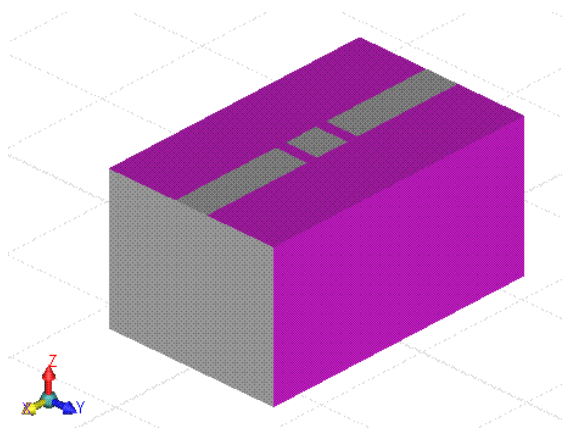
導波管部分

4ポートの導波管である。X方向長さは5で、途中2ヶ所の分岐で結合している。導波管断面の大きさはY方向1.27、Z方向2.54である。分岐の幅は0.2、長さは0.6である。

物理グローバル設定

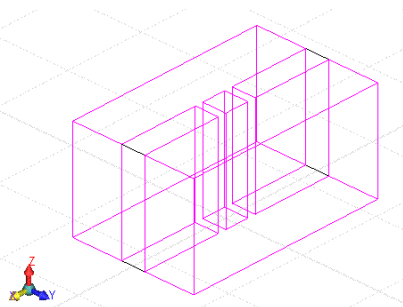
ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 80000 ~ 120000 MHz の 22 ステップ (刻み 2000 MHz) である。主伝播モードの取り出しオプションを設定している。

材料設定はない。



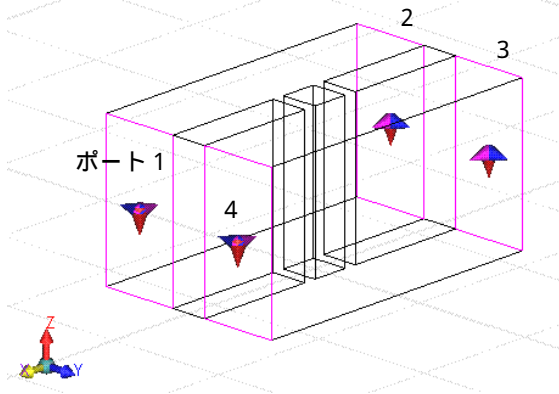
コンダクタ

導波管壁面のサーフェスを完全導体とする。左図のピンク部分である。



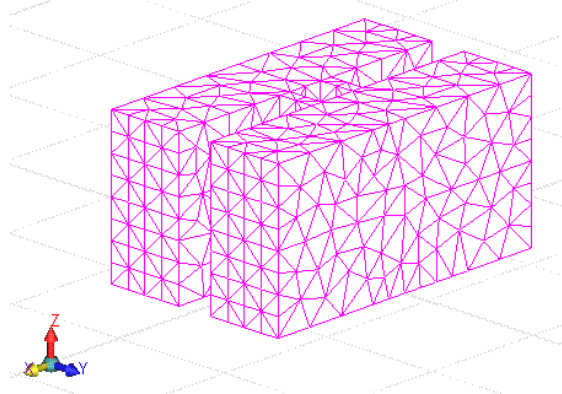
給電

4ポートの導波管ソースを設定する。各面内で赤は電界、青は磁界方向を表す。



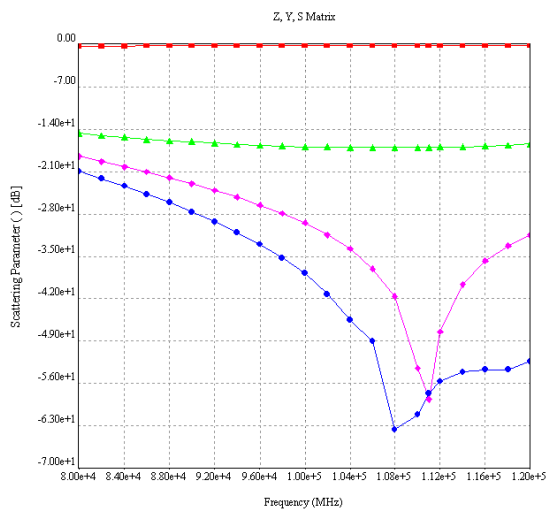
メッシュ 2D要素数 1448

コンダクタ及び導波管ソースのサーフェスを2D要素でメッシュ分割する。

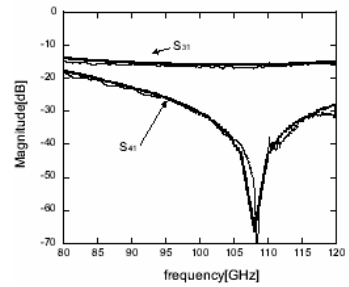


計算結果

散乱マトリックスを表示する。上から S(1,1), S(2,1), S(3,1), S(4,1)の dB 表示である。



Sパラメータ



測定値 (Sパラメータ)

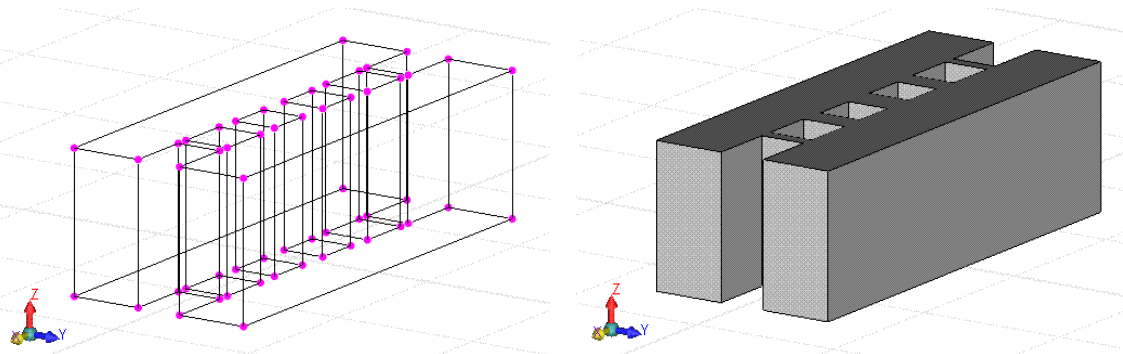
3.8 導波管指向性フィルター

データベース	IEEEMTT96Nov_p2089_WR754dbCoupler_SYZ[10o5_13GHz].dbs
ファイル	IEEEMTT96Nov_p2089_WR754dbCoupler_rad[11o5GHz]_port1Fed.dbs IEEEMTT96Nov_p2089_WR754dbCoupler_rad[11o5GHz]_port2Fed.dbs IEEEMTT96Nov_p2089_WR754dbCoupler_rad[11o5GHz]_port3Fed.dbs IEEEMTT96Nov_p2089_WR754dbCoupler_rad[11o5GHz]_port4Fed.dbs
モデルフォルダー	/Benchmark Examples/WR75 Branch-guide Coupler/

WR75 分岐導波管カプラーの、特性パラメータと放射特性を計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 56, セグメント 84, サーフェス 34, ボリューム 1



全体モデル

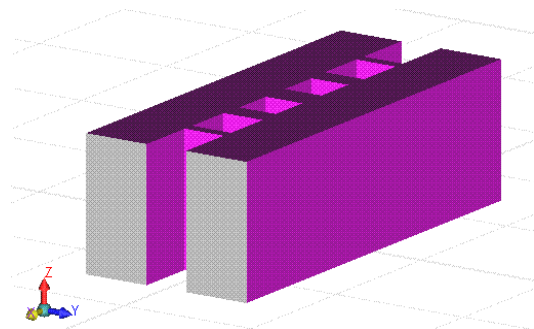
導波管の長さは 60 で、上図のように 4 ポートと 5 分岐を持つ。断面は Y 方向 9.52、Z 方向 19.05 である。

物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 10500 ~ 13000 MHz の 26 ステップ (刻み 100 MHz) である。

また、主伝播モードの取り出しオプションを設定している。

放射特性の計算ではソルバータイプを Fields にし、Frequency を 11500 MHz にセットする。

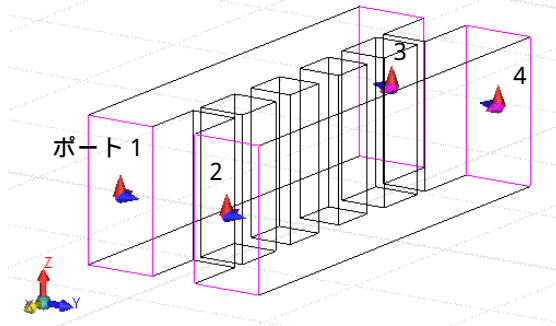


コンダクタ

導波管壁面のサーフェスを完全導体とする。
左図のピンク部分。

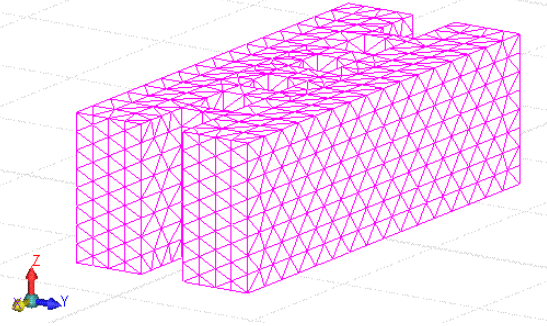
給電

導波管端部に導波管ソースを設定する。その面内で、赤は電界、青は磁界方向を表す。



メッシュ 2D 要素数 2048

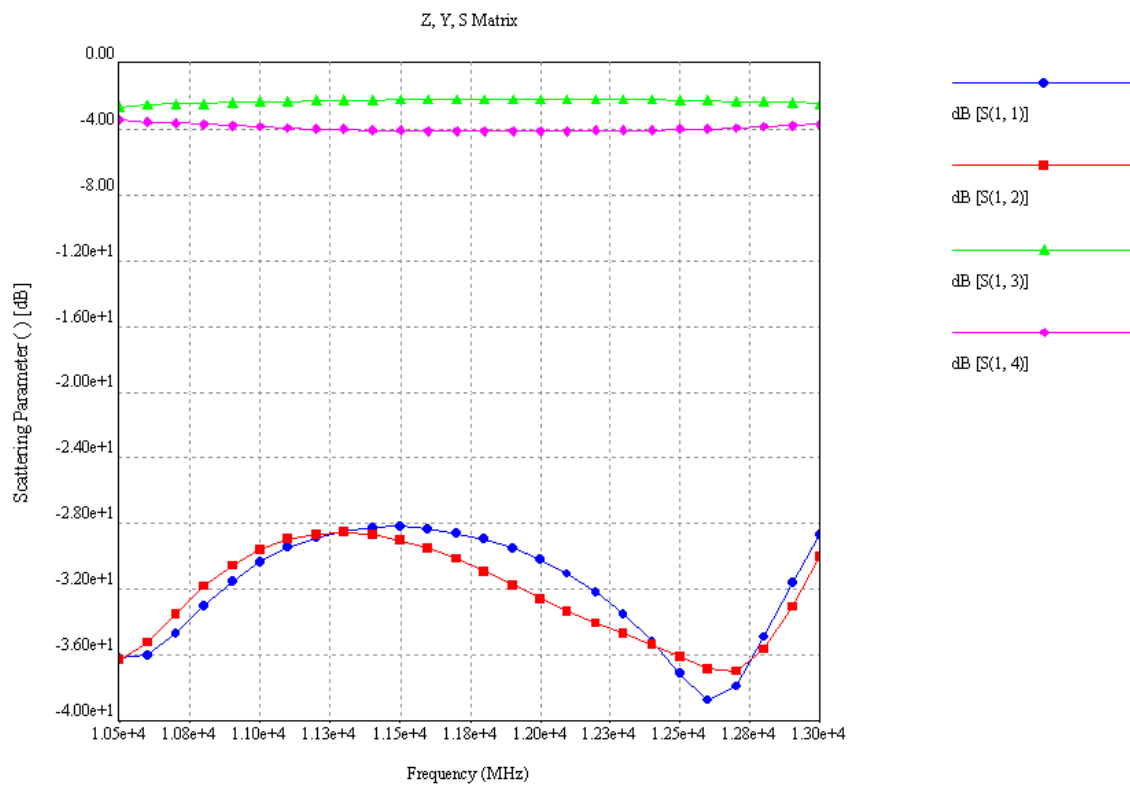
コンダクタ及び導波管ソースのサーフェスを、2D 要素でメッシュ分割する。



計算結果

1) S パラメータ

散乱マトリックスを表示する。上から S(1,1), S(1,2), S(1,3), S(1,4) の dB 表示である。

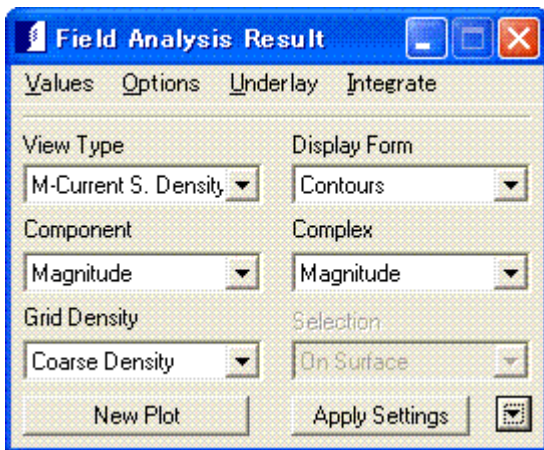


S パラメータ [dB]

2) フィールド計算

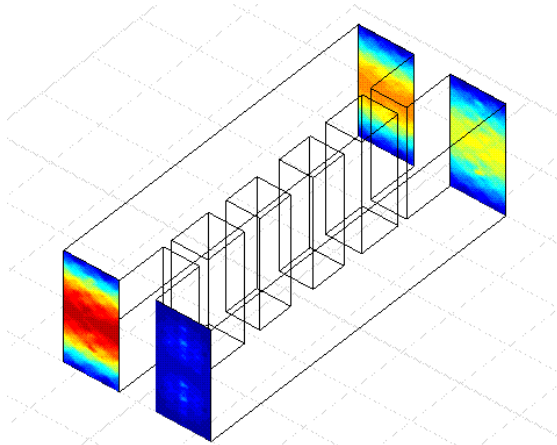
導波管ソースのサーフェスにおける、磁流のコンター図を表示する。

Analysis > Field Results を選択する。

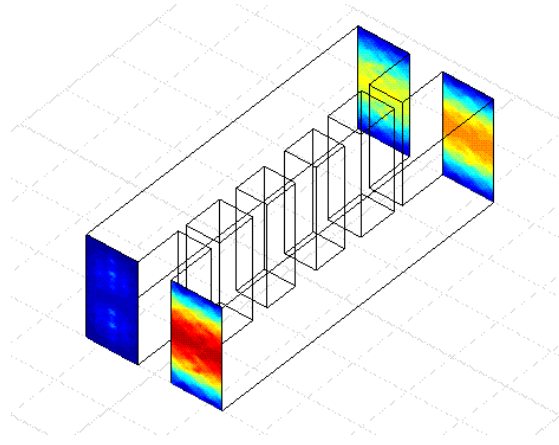


左のダイアログのように設定する。
磁流のサーフェス密度のコンター図を、大きさの絶対値で表示する。表示するサーフェスは、ポート1から4の導波管ソースを設定した面である。

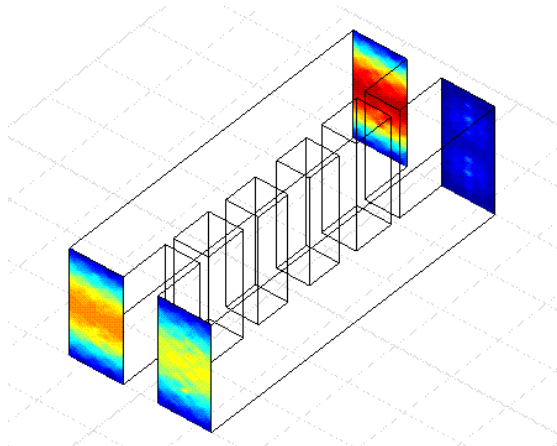
(1) ポート1から給電したとき、



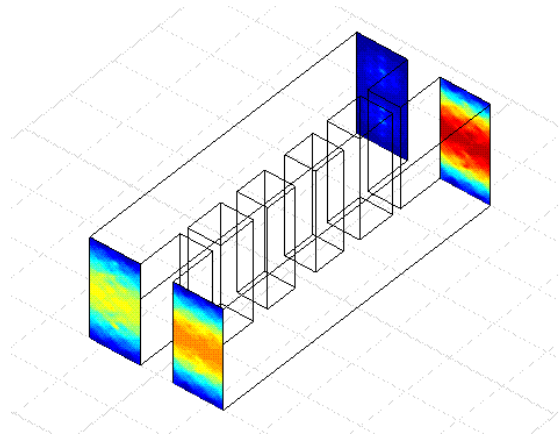
(2) ポート2から給電したとき、



(3) ポート3から給電したとき、



(4) ポート4から給電したとき、



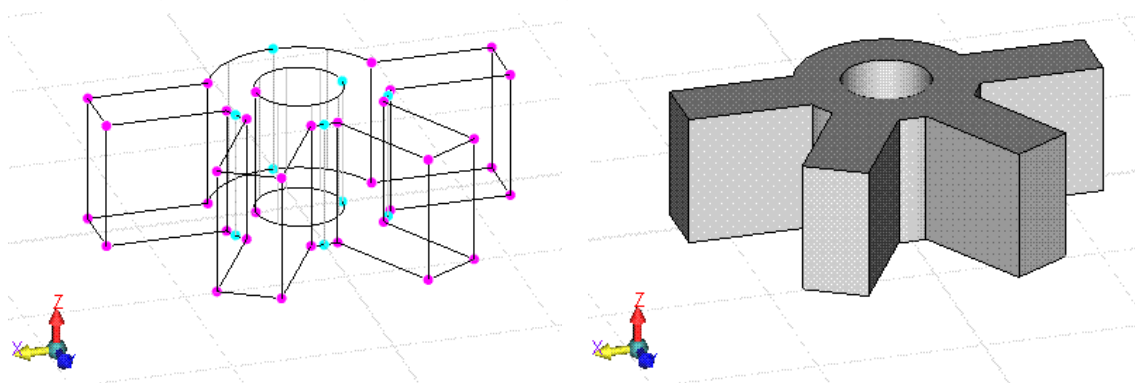
3.9 導波管の指向性カプラー

データ IEEEMTT96Nov_p2089_EPlaneRatRace3dbDirectionalCoupler_SYZ[12o4_14GHz].dbs
ベース IEEEMTT96Nov_p2089_EPlaneRatRace3dbDirectionalCoupler_rad[13GHz]_port1Fed.dbs
ファイル IEEEMTT96Nov_p2089_EPlaneRatRace3dbDirectionalCoupler_rad[13GHz]_port2Fed.dbs
IEEEMTT96Nov_p2089_EPlaneRatRace3dbDirectionalCoupler_rad[13GHz]_port3Fed.dbs
IEEEMTT96Nov_p2089_EPlaneRatRace3dbDirectionalCoupler_rad[13GHz]_port4Fed.dbs
モデルフォルダー /Benchmark Examples/WR62 E-plane Rat-race 3db Directional Coupler/

導波管の電界面 3dB 指向性カプラーの、特性パラメータと電磁界フィールドを計算する。

形状 (単位 mm)

ポイント 32, セグメント 52, サーフェス 26, ボリューム 4

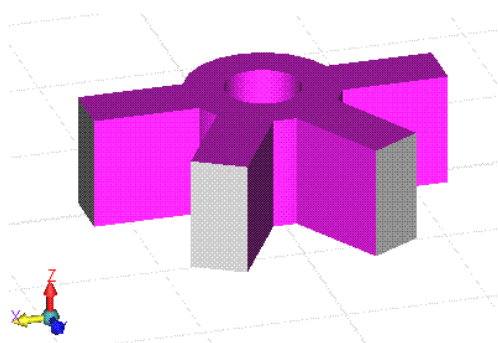


全体モデル

導波管は 4 ポートを持ち、円筒まわりに環状に結合している。導波管断面の大きさは幅 7.9、高さ 15.799 で、長さ 14.8677 ある。円筒は内半径 5.35、外半径 10.875 である。各ポートの方向は、0, 60, 120, 180 度方向 (+X 軸から+Z 軸まわりに測る) である。

物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 12400 ~ 14000 MHz の 17 ステップ (刻み 100 MHz) である。フィールド計算ではソルバータイプを Fields にし、Frequency を 13000 MHz にセットする。



コンダクタ

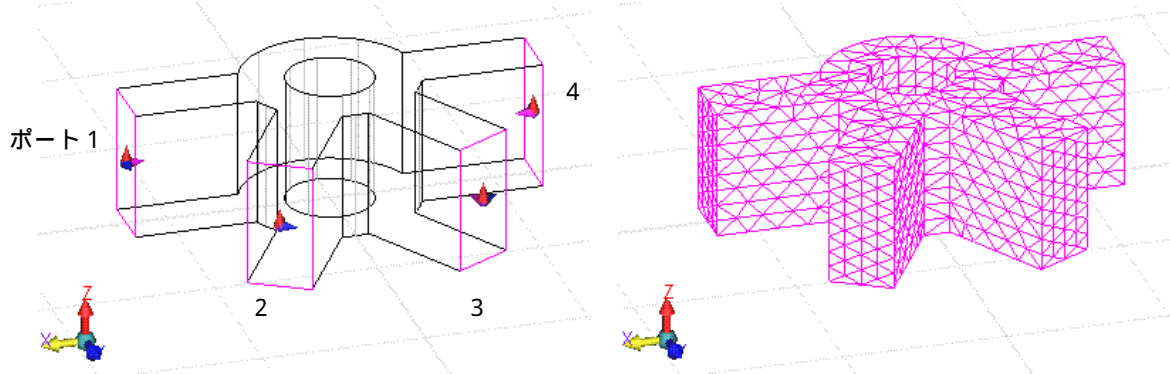
導波管壁面のサーフェスを完全導体とする。
左図のピンク部分。

給電

導波管端部に導波管ソースを設定する。その面内で、赤は電界、青は磁界方向を表す。

メッシュ 2D 要素数 1448

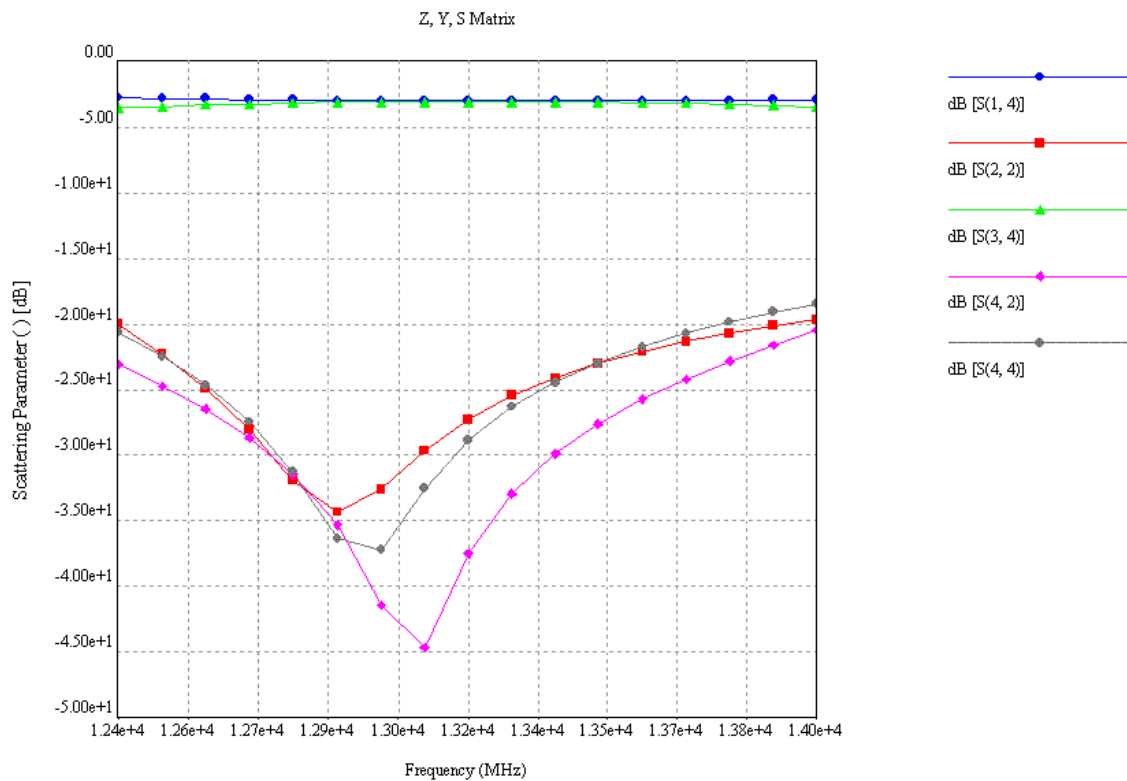
コンダクタ及び導波管ソースのサーフェスを、2D 要素でメッシュ分割する。



計算結果

1) Sパラメータ

散乱マトリックスを dB 表示する。上から S(1,4), S(2,2), S(3,4), S(4,2), S(4,4)の dB 表示である。

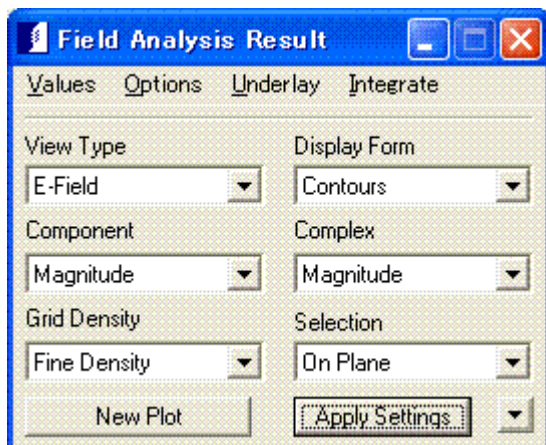


Sパラメータ

2) フィールド計算

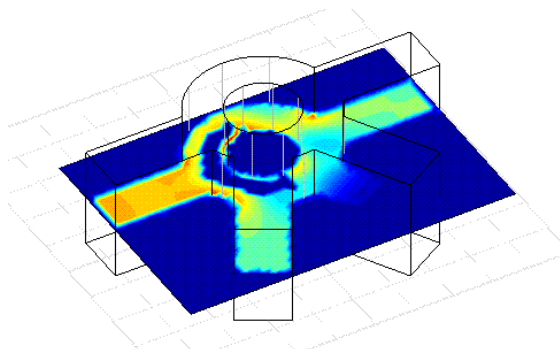
Analysis > Field Results を選択する。

電場のコンター図の設定画面



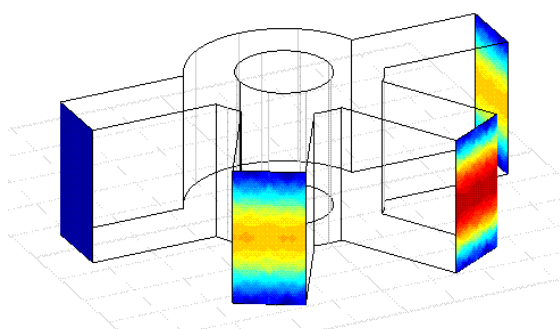
Z方向の中間平面を3点で指定してプロットする。

(1) ポート1から給電したとき、



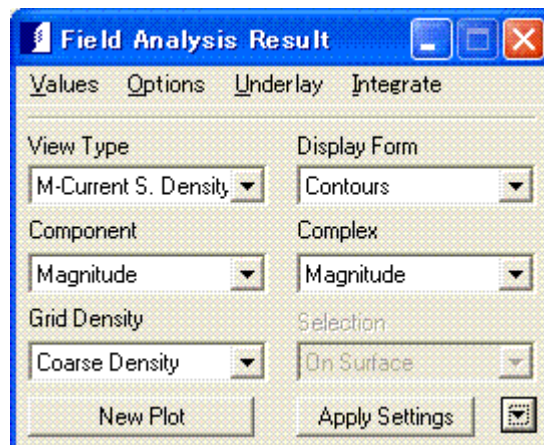
電界の強さの絶対値 $|E_m|$ [V/m]

(3) ポート3から給電したとき、



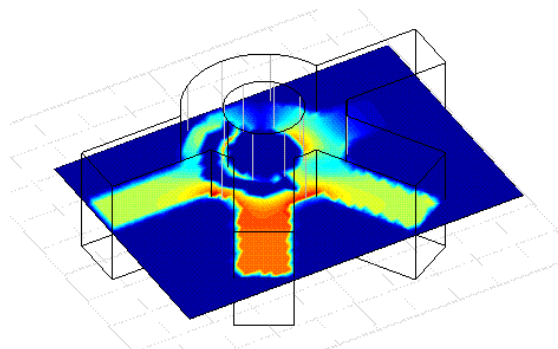
磁流の大きさの絶対値 $|J_{mm}|$ [V/m]

磁流のコンター図の設定画面



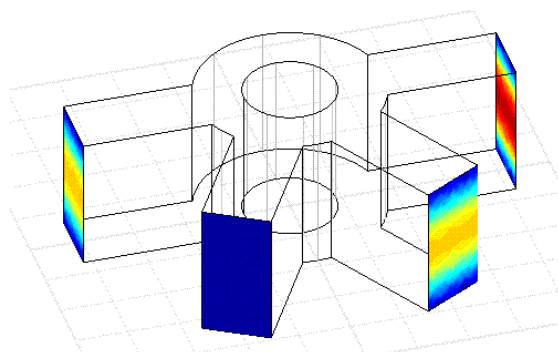
導波管ソースの設定面を指定してプロットする。

(2) ポート2から給電したとき、



電界の強さの絶対値 $|E_m|$ [V/m]

(4) ポート4から給電したとき、



磁流の大きさの絶対値 $|J_{mm}|$ [V/m]

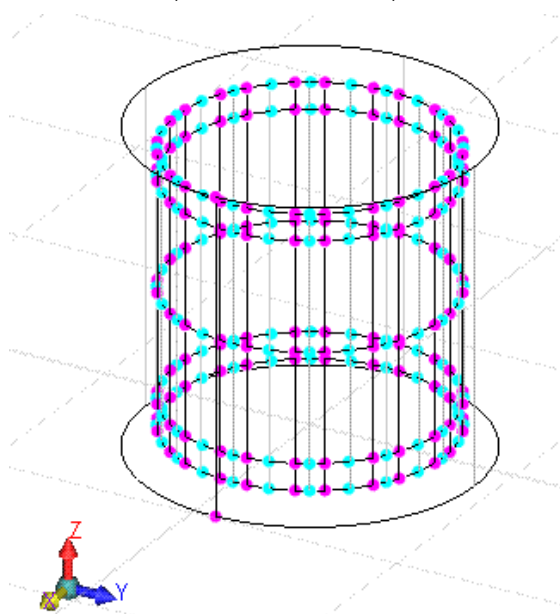
4.0 高周波の鳥かご形コイル

データベース	IEEEBioEng99Nov_p1387_birdcagecoil_SYZ_shielded.dbs
ファイル	IEEEBioEng99Nov_p1387_birdcagecoil_rad[128o1MHz]_shielded.dbs IEEEBioEng99Nov_p1387_birdcagecoil_rad[199o3MHz]_shielded.dbs IEEEBioEng99Nov_p1387_birdcagecoil_rad[234o8MHz]_shielded.dbs IEEEBioEng99Nov_p1387_birdcagecoil_rad[254MHz]_shielded.dbs IEEEBioEng99Nov_p1387_birdcagecoil_rad[264o4MHz]_shielded.dbs IEEEBioEng99Nov_p1387_birdcagecoil_rad[267o7MHz]_shielded.dbs
モデルフォルダー	/Benchmark Examples/RF Birdcage Coil/

高周波の鳥かご形コイルの、特性パラメータと電磁界フィールドを計算する。

形状 (単位 cm)

ポイント 242, セグメント 219, サーフェス 104, ボリューム 5



全体モデル

シールドされた円柱表面に配置した鳥かご形コイルをモデル化している。

シールドの円筒は半径 16、高さ 30 である。鳥かご形円柱は半径 13、高さ 26 である。この部分は 4 個のボリュームで表現している。コイル形状はコンダクタ設定を参照。

物理グローバル設定

ソルバータイプを Z,Y,S Matrix とし、Setup Frequencies ボタンをクリックして計算周波数を指定する。計算周波数は 100 ~ 300 MHz の 119 ステップ (刻み 10 MHz) である。

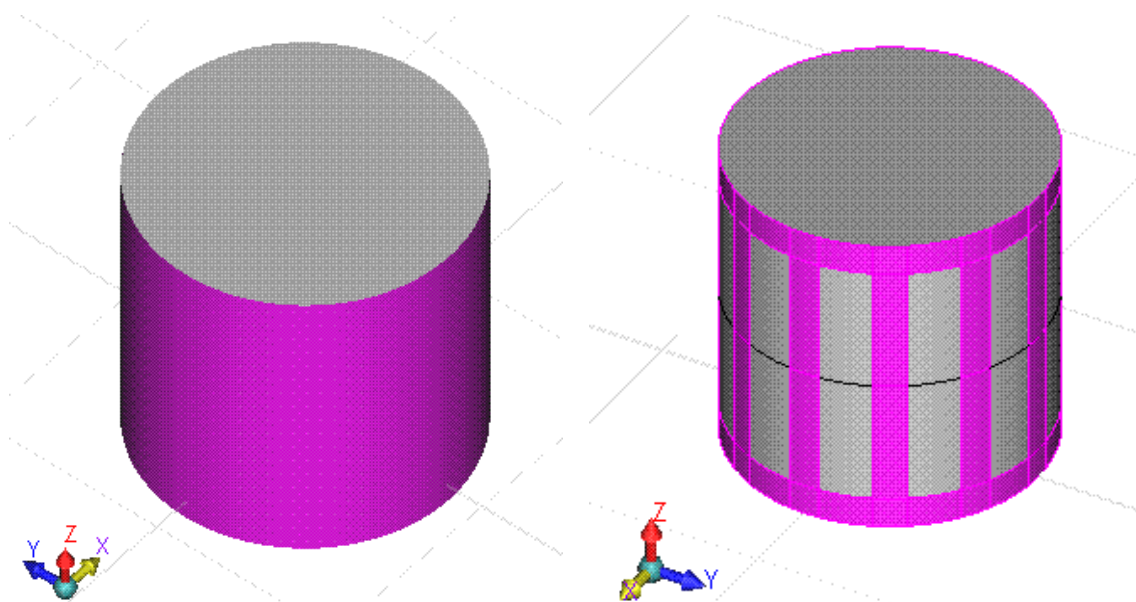
フィールド計算ではソルバータイプを Fields とし、Frequency を計算する周波数にセットする。

材料設定はない。

コンダクタ

シールドは側面を完全導体とする。(左下図のピンク部分)

内部の鳥かご形円柱は、表面のコイル部分を完全導体とする。(右下図のピンク部分)



シールド面

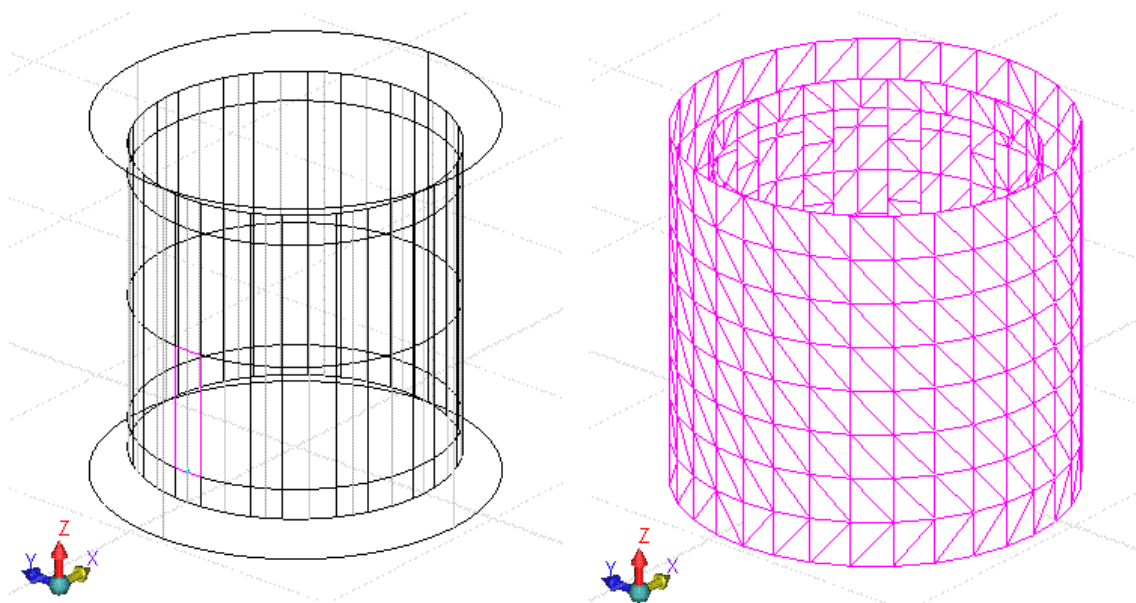
鳥かご形コイル

給電

鳥かご形コイルの1サーフェスに対して、ラインギャップ電位を給電する。

メッシュ 2D 要素数 1448

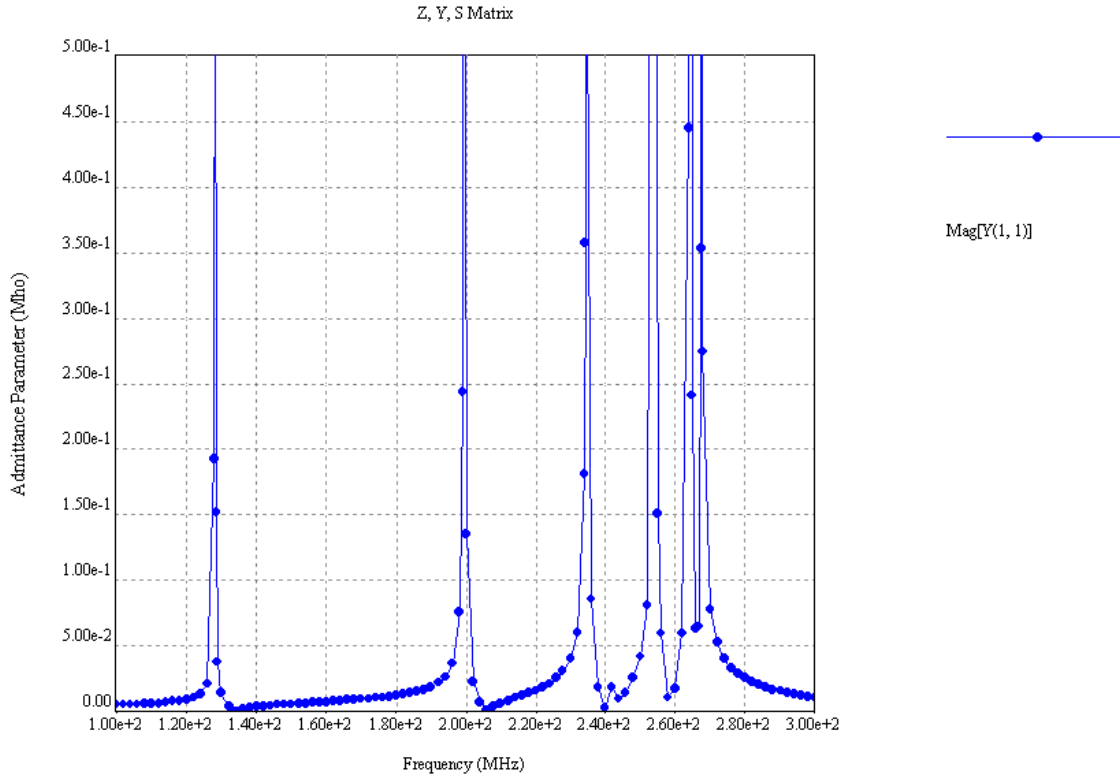
コンダクタのサーフェスを 2D 要素でメッシュ分割する。



計算結果

1) アドミッタンスマトリックス

Y(1,1)の大きさを表示する。



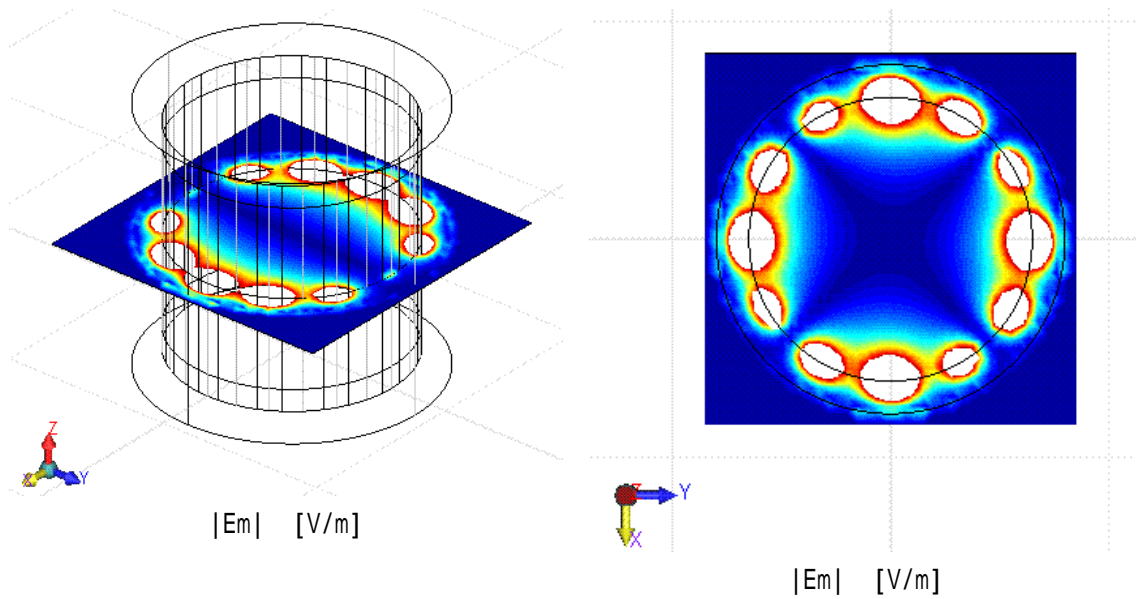
Y(1,1)の大きさ [S]

2) フィールド計算

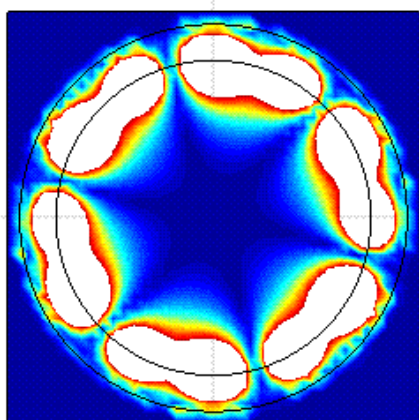
電界の大きさの絶対値について、Z方向の中央平面でコンター図を表示する。

(1) 周波数 128100 Hz

(2) 周波数 199300 Hz

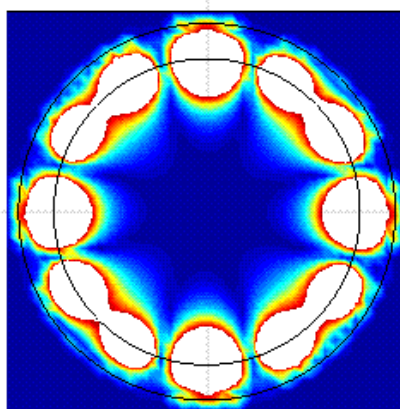


(3) 周波数 234800 Hz



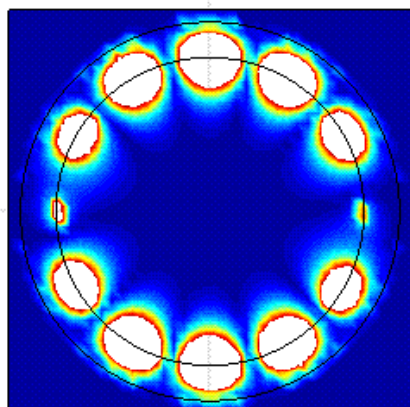
|Em| [V/m]

(4) 周波数 254000 Hz



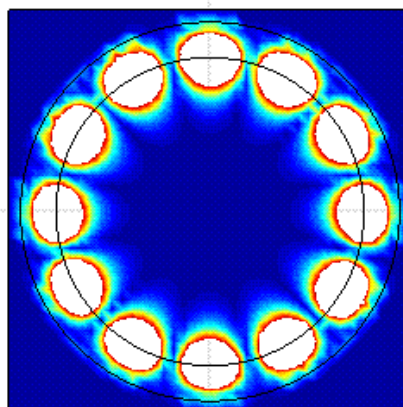
|Em| [V/m]

(5) 周波数 264400 Hz



|Em| [V/m]

(6) 周波数 267700 Hz



|Em| [V/m]