



エコソープ  
ECCOSORB<sup>®</sup> MF

No.2-6

磁気損失材料装荷・丸棒、角棒、シート状・機械加工可能

E&C エンジニアリング株式会社

本社：〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-16-1  
TEL：045(471)4791(代) FAX：045(471)4798  
大阪営業所：〒534-0024 大阪市都島区東野田町3-2-33  
TEL：06(6358)2977(代) FAX：06(6358)4978  
北海道工場：〒069-1507 北海道夕張郡栗山町旭台  
TEL：01237(2)1211(代) FAX：01237(2)1212

ECCOSORB MFシリーズは磁性体装荷の丸棒、角棒、シート状のエポキシド材料で、導波管や同軸路線の吸収材、減衰材、終端として広く利用されています。アンテナの部材や一部の自由空間吸収体にも使用されます。このような用途でECCOSORB MFシリーズをご使用いただく場合には、このシリーズを構成する各製品の誘電特性や磁気特性にしたがって使い分けていただく必要があり、これらの特性は別表をご参照下さい。表の中のデータは、簡便のため自由空間に関する正規化値を示しております。

この技術資料で使われている記号の定義と方程式の説明は、エマーソン・アンド・カミング社の文献“誘電材料・磁気材料中のエネルギー伝搬”(1975年9月発行)をご覧ください。本技術資料中のMとM'は、それぞれ比透磁率の実数部と磁気損失率を意味しています。dB/cm(dB/inch)と|Z|/Zoは別途下記に説明します。しかし、特性を示すこれらの数値は、上記文献の3,4頁で定義されている透過係数や反射係数の計算に直接そのまま使われるのではなく、その計算には下記の表に出ているtan Dやtan Mを使った複素比誘電率(K'-jK'tan D)と複素透磁率(M'-jM'tan M)が使われます。

dB/cm(dB/inch)についての数式と言葉による説明も上記の文献に載っています。この値は、材料を選択する際に、界面反射係数に関係なく、どの材料が最も大きな損失を提供するかを比較検討するのに有用です。|Z|/Zoは正規化インピーダンスであり、自由空間と材料との間のインピーダンス整合を質的に検討する際に役立ちます。インピーダンス比は1に近いほど良く、その理由は材料と自由空間の間のインピーダンス整合は値が1の場合に完全であるからです。

エマーソン・アンド・カミング社は他社の一連の磁性損失材料製品を取得し、製品番号4101として新たにECCOSORB MFの技術資料に加えることになりました。この製品グループは10GHzにおける減衰が下記のものから成り立っています。

dB/cm : 8, 12, 16, 24, 31, 33, 39, 49, 69, 75  
(dB/inch : 20, 30, 40, 60, 80, 85, 100, 125, 175, 190)

このうち、69dB/cmと75dB/cm以外の製品は、今までのECCOSORB MFグループの製品に同等のものであり代替可能であるとして標準品から外しました。製造が中止された製品も、量がまとまれば特注品としてご注文に応じます。69dB/cmと75dB/cmの新製品名はECCOSORB MF 175とECCOSORB MF 190となります。

低周波域での応用

無線周波数域では、スラグ同調器などの装置の中で、効率のよいハイQインダクターコアとして用いられてきました。それ以外にもいろいろな磁性部品の中で使われています。例えば、ECCOSORB MFの小塊に真空管フィラメントのリード線を通すことにより、簡単なRFフィルターを形成したり、あるいは、ECCOSORB MFの小片をリード線の廻りに配置して、そこにそれと同等の電気特性を持つ注型材料を流し込んで硬化し、同様な目的に使用することもできます。

電気性性質 (上記以外の)

体積抵抗率	10 <sup>11</sup> ohm - cm
絶縁破壊強度	1.0 kv/mm(25 volts/mil)

物理的性質

色	グレー
使用温度	180以下
密度 g/cc	1.6 - 4.9
硬度 shore D	85 °
引張り強さ kg/sq.cm. (psi)	560(8000)
熱膨張係数 毎	~ 30 × 10 <sup>-6</sup>
熱伝導率 (cal / (cm)(sec)(cm <sup>2</sup> )(°C)) (BTU / (in)(hr)(ft <sup>2</sup> )(°F))	~ 0.003 ~ 10.0
水分吸収率 %、24時間	0.3
屋外曝露	耐久性良好
機械加工	可

**当社の関連製品**

当社の製品の中には、下記のごとく耐高温や注型用やモールドイング・パウダー型の製品で、ECCOSORB MFシリーズと同様の特性を持つものがあります。

ECCOSORB MF500F - MF110からMF117までの製品と同様の電気的特性を備え、しかも、260 まで使用可能。シート状、角棒状、丸棒状があり、製品のサイズもECCOSORB MFと同じ。

(技術資料2 - 6Aをご参照下さい)

ECCOSORB MF - S - ECCOSORB MF117やECCOSORB MF124と同様の電気的特性をもつシート状、角棒状、丸棒状のシリコン・ラバー製品。製品のサイズも上記に同じ。僅かながらたわみ性があるので衝撃に強く、また、ECCOSORB MFを使った場合に、金属との膨張の違いから剥離が生じるときなどにご利用下さい。

(技術資料2 - 6Bをご参照下さい)

ECCOSORB CR - ECCOSORB MFと同様の電気特性を持つエポキシ系注型用樹脂で硬化すると剛体になります。180 まで使用可能。複雑な形状に成形したり、空洞の充填に使われます。

(技術資料2 - 13をご参照下さい)

ECCOSORB CR - S - ECCOSORB CRと同様の注型用RTVシリコン・ラバー製品。電気的特性はECCOSORB MF117やECCOSORB MF124と同じです。たわみ性があり強靱。260 までの高温で使用できます。(技術資料2 - 13Aをご参照下さい)

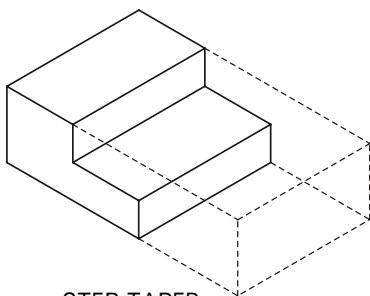
**保証事項**

この技術資料に記載された情報は、まったく信頼できるものと信じますが、法的な責任を伴う保証事項ではなく、またライセンスなしに特許新案を取得するための許可あるいは推奨とみなされるものでもありません。

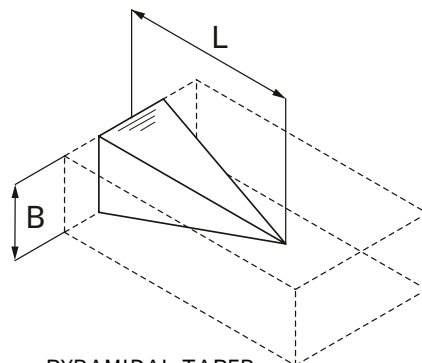
本資料中の情報は、研究・調査・検査のために提供されるものです。

**WAVEGUIDE TERMINATIONS**

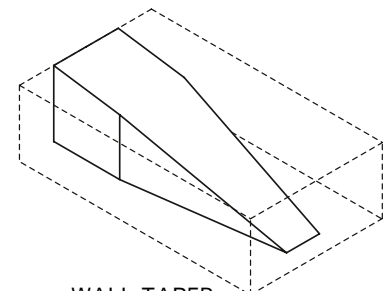
VSWR	L ( approx )
< 1.05	1.5B
< 1.03	3B
< 1.01	10B



STEP TAPER

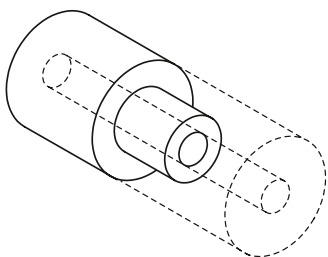


PYRAMIDAL TAPER

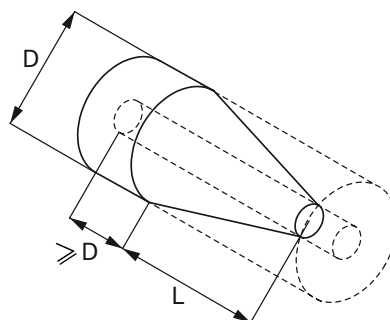


WALL TAPER

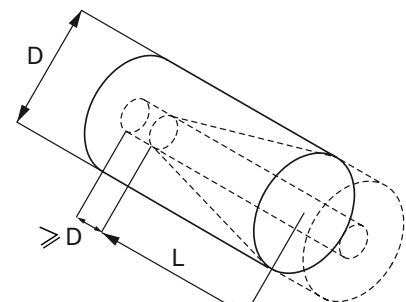
**COAXIAL TERMINATIONS**



STEP TAPER



$L \geq \dots$  for VSWR < 1.03  
CONICAL TAPER



$L \geq \dots$  for VSWR < 1.05  
WALL TAPER

前掲の特性表に見られる特徴

1. K'は周波数が大きくなるにしたがって一様に減少する。
2. 誘電損失  $\tan \delta$  と誘電損率とは、周波数が大きくなるにしたがって増加し、例外はその周波数帯の最も低い所だけであるから、実際の使用の際は無視してよい。
3. 磁性装荷は、MF - 110が最小でMF - 190で最大となる。K'、K''、M'、M''はいずれも同様の増加を示している。
4. 表中の0は、0.01以下の数値であることを示す。
5. 表中の値は公称値であり、ご注文の際の仕様基準値となるものではありません。もし仕様書が必要な場合は、当社の担当営業部にお問い合わせ下さい。一般に、受け入れ検査や出荷検査などで誘電特性や磁性特性を品質管理の目的で使用することはお勧めできません。これらの特性の計測は極めて複雑で時間がかかります。単に密度を調べるだけで十分です。

ターミネーション（終端）の設計について

終端材料や減衰材料を選択する際に、最初にECCOSORB MF117を使って実験を行うことが効果的で、このためECCOSORB MF117はECCOSORB MFシリーズの中で最も広く利用されています。終端材料や減衰材料の設計は大部分が試行錯誤によります。まず、過去の経験や推測でECCOSORB MF部材を機械加工して試作品を作り、そのVSWRや減衰状況を調べ、その結果によってさらに形状を変更します。

同軸、導波管、ストリップ伝送線路の終端には、段状または無段のテーパ型が使われます。下図は同軸や導波管の終端の典型的な形状と寸法の目安を示しております。

段状の終端は狭帯域用で、寸法的にも厳密さが要求され、主としては単一周波数での用途に向いています。三段以上にすれば帯域幅が大きくなり、伝搬方向に長さが取れる場合には有効です。これらの段状終端は類似の形状のものを製作しても、同一の性能を示さない場合があります。磁性特性や誘電特性の僅かな変化に敏感です。

無段のテーパ型の終端は、概して広い周波数帯域で低VSWRが達成できます。寸法の取り方もそれほど厳密でなくてもよく、性能的にも磁性特性や誘電特性にあまり影響されません。テーパの長さや底辺幅の割合が10:1の場合は、特にM'値とK'値の高い材料であれば導波管周波数全域にわたってVSWRが1.01の低さになります。基部に到達するエネルギーを極力少なくし、エネルギーの戻り反射を抑えるためには、テーパ部を十分に長くする必要があります。そのときの一方での減衰は、VSWRが1.01であるためには、少なくとも25dBであることが必要です。

壁取付け用の無段テーパ型のもは、伝熱効果が一番優れており、高エネルギーの用途に適しています。

(図の中で使われている言葉の訳)

Waveguide terminations : 導波管用終端
VSWR 1.05, 1.03, 1.01 L (約) 1.5B, 3B, 10B
Step taper : 段付きテーパ型
pyramidal taper : ピラミッド・テーパ型
Wall taper : 壁用テーパ型
Coaxial termination : 同軸用終端
Step taper : 段付きテーパ型
Conical taper : 円錐テーパ型 1.03より小さいVSWRの場合 L。
Wall taper : 壁用テーパ型 1.05より小さいVSWRの場合 L。

標準品の寸法

ECCOSORB MFシリーズの標準製品の寸法は次の通りです。  
 シート状のもの：縦30.5cm (12インチ) × 横30.5cmのシート状で、厚さが1.27cm、1.91cm、2.54cm、3.81cm、5.08cm(1/2, 3/4, 1, 1 1/2, 2インチ)の5種類  
 角棒状のもの：長さが30.5cmで、断面の辺が1.27cm、1.91cm、2.54cm、3.81cm、5.08cmの5種類  
 丸棒状のもの：長さが30.5cmで、直径が0.64cm、0.95cm、1.27cm、1.59cm、1.91cm、2.54cm、3.18cm、3.81cm、5.08cm、7.62cm(1/4, 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 2, 3インチ)の10種類  
 上記の寸法以外のものもご注文により製作いたします。

機械加工について

ECCOSORB MFは、施盤、フライス盤、ドリル、鋸、研削盤などの工作機械による通常の加工方法で精密公差の成型ができます。その際は、次のことを遵守して下さい。

冷却液のご使用をお勧めします。特に、精密加工の場合は必ずご使用下さい。工作機械を保護するためにも、なるべく市販のさび防止用の研削液か水溶性のオイルをご使用下さい。火花の発生する作業を冷却液などを用いずに行う場合は、いざり火が発生することがあります。

冷却液はフィルターにより切屑、その他異物を回収し再利用することができます。タップ付き金属を埋め込む場合は電気性能が低下しないよう留意して下さい。インサート(挿入物)は埋め込んだまま注型するか、適当な注型材料で接着します。

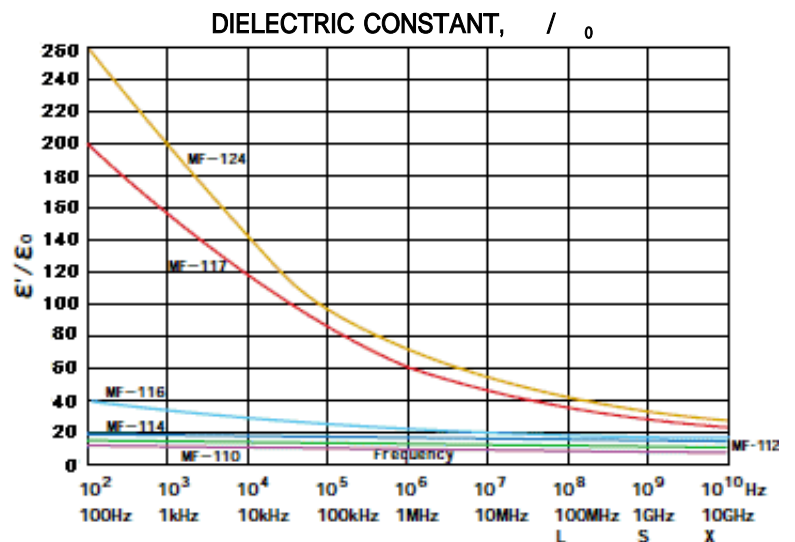
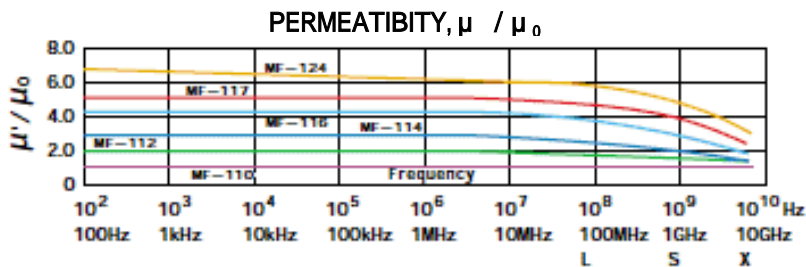
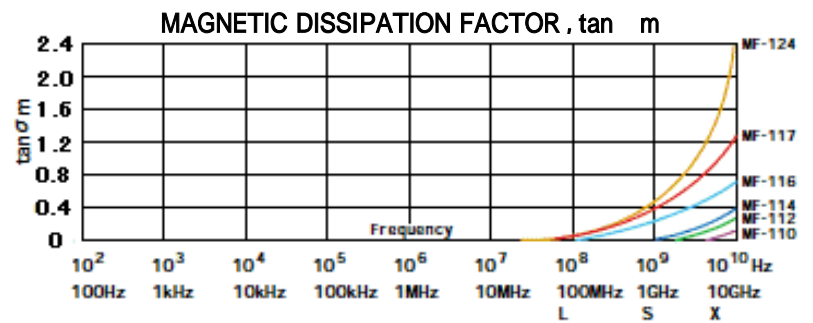
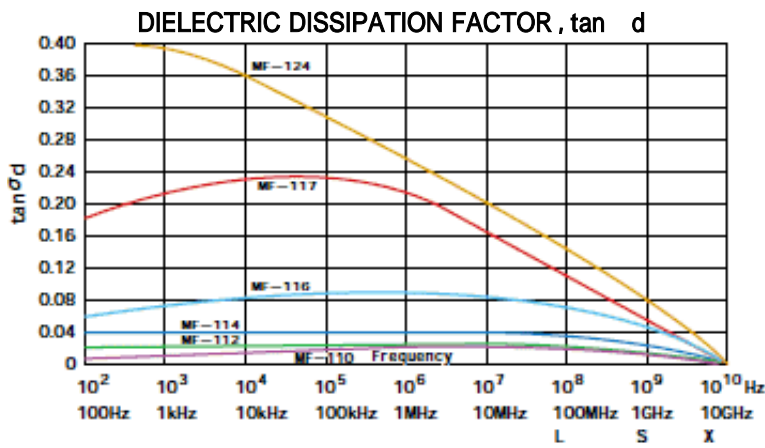
雄ねじは、普通のねじ切りダイスではなく、施盤か研削盤を用い、送りを軽くして切込みを浅くします。

鋸による裁断は、仕上がりと精度を良くするためには、直径20.3cmないし25.4cm(8 - 10インチ)の丸鋸を高回転で冷却液とともに使用して下さい。一番いいのは、加工物を固定し鋸を移動式にして、回転する鋸が加工物の上のしかかのようにセットして下さい。精度をあまり必要としない場合は、厚さ1/32インチ(0.079cm)のカーボランダム回転工具や超硬鋸を使用できます。

平坦なシート状材料の表面は、ブランチャード研磨機で仕上げるのが最もよい方法です。ECCOSORB MFは電磁チャックで容易に固定できます。シート面の寸法は研磨機のサイズで制約されます。

機械加工の際の速さと送りは下記の通りですが、作業の状況に合わせて加減して下さい。

作業	速さ	送り
鋸、旋盤	21 m - 27 m/min	一回転毎 0.13 - 0.20 mm
雄ねじ切り	21 m - 27 m/min	一パス毎 0.038 mm
雌ねじ立て	450 rpm	
フライス削り	21 m - 27 m/min	一刃毎 0.038 - 0.076 mm



値は性能値は代表値であり、保証値ではありません。

< 別表 >

FREQUENCY, Hz

		10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	3×10 <sup>9</sup>	8.6×10 <sup>9</sup>	10 <sup>10</sup>	1.8×10 <sup>10</sup>
MF - 110	K'	18	16	15	13	11	9.0	7.0	5.0	3.2	3.0	2.9	2.8
	TAN D	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04
	K''	0.18	0.16	0.30	0.30	0.33	0.27	0.28	0.20	0.16	0.15	0.12	0.11
	M'	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
	TAN M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	0.10	0.20
	M''	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	0.10	0.20
	dB / CM	0	0	0	0	0	0	0.01	0.09	0.26	2.0	2.2	6.6
	dB / IN	0	0	0	0	0	0	0.03	0.23	0.66	5.0	5.6	17
	I Z I / Zo	0.26	0.27	0.28	0.28	0.33	0.37	0.40	0.47	0.59	0.59	0.59	0.60
MF - 112	K'	20	18	16	14	12	10	8	6	5.2	5.0	4.8	4.6
	TAN D	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03
	K''	0.40	0.36	0.48	0.42	0.36	0.40	0.32	0.24	0.26	0.25	0.19	0.14
	M'	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.1	1.1	1.0
	TAN M	0	0	0	0	0	0	0.01	0.02	0.03	0.22	0.23	0.26
	M''	0	0	0	0	0	0	0.02	0.03	0.04	0.24	0.25	0.26
	dB / CM	0	0	0	0	0	0	0.02	0.16	0.59	4.9	5.6	10.1
	dB / IN	0	0	0	0	0	0	0.05	0.41	1.5	12.4	14.2	25.7
	I Z I / Zo	0.32	0.32	0.34	0.35	0.37	0.39	0.43	0.48	0.52	0.47	0.48	0.47
MF - 114	K'	22	21	19	18	16	14	12	11	9.9	9.8	9.7	9.6
	TAN D	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05
	K''	0.88	0.84	0.76	0.72	0.80	0.70	0.60	0.55	0.59	0.59	0.49	0.48
	M'	2.8	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.1	1.9	1.3	1.1	1.0
	TAN M	0	0	0	0	0	0	0.04	0.08	0.13	0.33	0.40	0.45
	M''	0	0	0	0	0	0	0.09	0.17	0.25	0.43	0.44	0.45
	dB / CM	0	0	0	0	0	0	0.04	0.57	2.2	10.8	13.2	24.9
	dB / IN	0	0	0	0	0	0	0.10	1.4	5.6	27.4	33.5	63.2
	I Z I / Zo	0.36	0.37	0.38	0.38	0.40	0.41	0.44	0.57	0.44	0.37	0.35	0.34
MF - 116	K'	40	35	30	26	23	20	18	17	16.5	16.2	16.0	15.8
	TAN D	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.08	0.07	0.06	0.07	0.66	0.05
	K''	2.4	2.1	2.1	1.8	1.8	1.8	1.4	1.2	0.99	1.1	0.96	0.79
	M'	4.6	4.5	4.4	4.4	4.3	4.2	4.0	3.0	2.8	1.6	1.5	1.4
	TAN M	0	0	0	0	0	0	0.04	0.13	0.21	0.47	0.68	0.43
	M''	0	0	0	0	0	0	0.16	0.39	0.59	0.75	1.02	1.02
	dB / CM	0	0	0	0	0	0	0.09	1.3	5.0	21	32	57
	dB / IN	0	0	0	0	0	0	0.23	3.3	12.7	53	81	145
	I Z I / Zo	0.34	0.36	0.38	0.41	0.43	0.46	0.47	0.42	0.42	0.33	0.33	0.33
MF - 117	K'	195	158	120	85	62	48	38	28	22.9	21.4	21	20.6
	TAN D	0.18	0.21	0.23	0.24	0.22	0.18	0.12	0.09	0.06	0.02	0.02	0.02
	K''	35	33	28	20	14	8.6	4.6	2.5	1.4	0.42	0.42	0.41
	M'	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.8	4.1	3.4	1.2	1.1	1.0
	TAN M	0	0	0	0	0	0	0.1	0.20	0.39	1.36	1.5	2.0
	M''	0	0	0	0	0	0	0.48	0.82	1.33	1.63	1.7	2.0
	dB / CM	0	0	0	0	0	0.03	0.27	2.8	11	46	56	119
	dB / IN	0	0	0	0	0	0.08	0.69	7.1	28	117	142	302
	I Z I / Zo	0.16	0.18	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.39	0.40	0.30	0.31	0.33
MF - 124	K'	260	205	145	95	70	52	40	32	25.8	23.8	23.6	23.0
	TAN D	0.40	0.39	0.36	0.31	0.26	0.20	0.14	0.08	0.07	0.05	0.03	0.04
	K''	104	80	52	29	18	10	5.6	2.6	1.8	1.19	0.71	0.92
	M'	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6	6.3	6.0	5.0	3.8	2.50	1.5	1.0
	TAN M	0	0	0	0	0	0	0.2	0.45	0.69	1.10	1.4	2.5
	M''	0	0	0	0	0	0	1.2	2.3	2.62	2.75	2.1	2.5
	dB / CM	0	0	0	0	0	0.03	0.48	6.5	20	63	67	149
	dB / IN	0	0	0	0	0	0.08	1.2	17	50	160	170	378
	I Z I / Zo	0.16	0.18	0.21	0.26	0.30	0.32	0.39	0.42	0.42	0.39	0.33	0.34
MF - 175	K'	320	250	170	105	78	56	42	36	27.0	25.0	24.0	24.0
	TAN D	0.50	0.49	0.46	0.41	0.36	0.26	0.16	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02
	K''	160	123	78	43	28	15	6.7	2.2	1.35	0.75	0.48	0.48
	M'	8.0	7.9	7.8	7.7	7.6	7.3	7.0	6.0	4.40	1.80	1.3	1.1
	TAN M	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0.80	1.40	1.6	3.0
	M''	0	0	0	0	0	0	2.8	3.6	3.52	2.5	2.1	3.3
	dB / CM	0	0	0	0	0.01	0.05	0.87	8.6	24	65	69	177
	dB / IN	0	0	0	0	0.03	0.13	2.2	22	61	165	175	450
	I Z I / Zo	0.15	0.17	0.20	0.26	0.30	0.36	0.42	0.44	0.46	0.35	0.32	0.38
MF - 190	K'	380	295	195	115	86	60	44	40	28.0	26.0	25.0	25.0
	TAN D	0.60	0.59	0.56	0.51	0.46	0.32	0.18	0.07	0.04	0.04	0.02	0.02
	K''	228	174	109	59	40	19	7.9	2.8	1.12	1.04	0.50	0.50
	M'	9.0	8.9	8.8	8.7	8.6	8.3	8.0	7.0	4.50	2.00	1.5	1.1
	TAN M	0	0	0	0	0	0	0.60	0.80	0.90	1.40	1.6	4.0
	M''	0	0	0	0	0	0	4.0	5.6	4.05	2.8	2.4	4.4
	dB / CM	0	0	0	0	0.01	0.06	1.3	12.6	27	70	75	217
	dB / IN	0	0	0	0	0.03	0.15	3.3	32.0	69	179	190	551
	I Z I / Zo	0.14	0.16	0.20	0.26	0.36	0.36	0.46	0.47	0.47	0.36	0.34	0.43