

# 電子機器の品質向上における プレジジョンLCRメータの応用

Agilent Technologies 4284A/4285A  
プレジジョンLCRメータ

アプリケーション・ノート 369-9



## はじめに

今日の電子機器製品のめざましい発達に伴い、それらに対する品質や信頼性向上及び低価格化への要求は高まる一方です。このため製品の品質向上やコストダウンが非常に重要になってきています。そして製品の品質向上のためには、「いかに適切な部品を選定・選別するか」が大切です。なぜなら品質

のよい回路を設計するにはそこに使用する部品の特性を正確に把握しなければなりませんし、いくら回路設計がよくても使用した部品が規格外であれば製品不良となってしまいます。そしてその選定・選別を効率よく行う事がコストダウンにもつながります。一般に製品の開発から製造・出荷にいた

るまで図1に示されるような工程がありますが、部品の選定・選別はそのうちの開発設計段階と受け入れ検査でおこなわれます。従って製品の品質向上やコストダウンのためには、これらの工程内における次のような問題を解決する必要があります。

### ご注意

2002年6月13日より、製品構成をよりわかりやすくするために、Agilent製品のオプション構成が変更されています。  
カタログの記載と異なりますので、ご発注の前にご確認をお願いします。



Agilent Technologies

## 1. 製品の開発設計段階における問題点

### 1-1. 実動作条件における測定

部品の仕様を信用して回路設計したが、実際の回路を動作させる条件（実動作条件）では部品の特性が変化しているらしく、回路が設計どおりに動作しない。

### 1-2. 測定ケーブルの延長

使用部品の信頼性試験を行う際、高温槽へ測定ケーブルを延長したために測定が正確におこなえない。

## 2. 購入部品の受け入れ検査における問題点

### 2-1. 規格外部品の混入

部品に対する要求仕様が厳しいために測定器の測定精度が不足し、規格外部品が製品に混入しやすい。

### 2-2. 低いスループット

受入検査の自動高速測定のためのシステム化が不十分な為、受入検査自体のスループットが上がらない。

### 2-3. 数多い測定条件の設定・変更

部品の種類が多いので、部品ごとの測定条件の種類も多く、ロットごとに測定条件を設定しなおすのが大変。

本アプリケーション・ノートでは、これらの問題に対する Agilent 4284A/4285A プレジジョン LCR メータによる解決策をご紹介します。

## 開発設計段階における問題点と解決策

### 1-1. 回路設計時の実動作条件における測定

回路設計の品質を高めるためには、その回路に使用される電子部品の実動作条件での特性を正確に把握する必要があります。一般に電子部品の特性は周波数や測定信号レベルによって変化するので、ほとんどの場合、仕様で定められた条件と実際の部品の動作条件とは異なります。例えば表1のように同一のインダクタでも測定周波数が違えばインダクタンスやQ値も違ってきます。

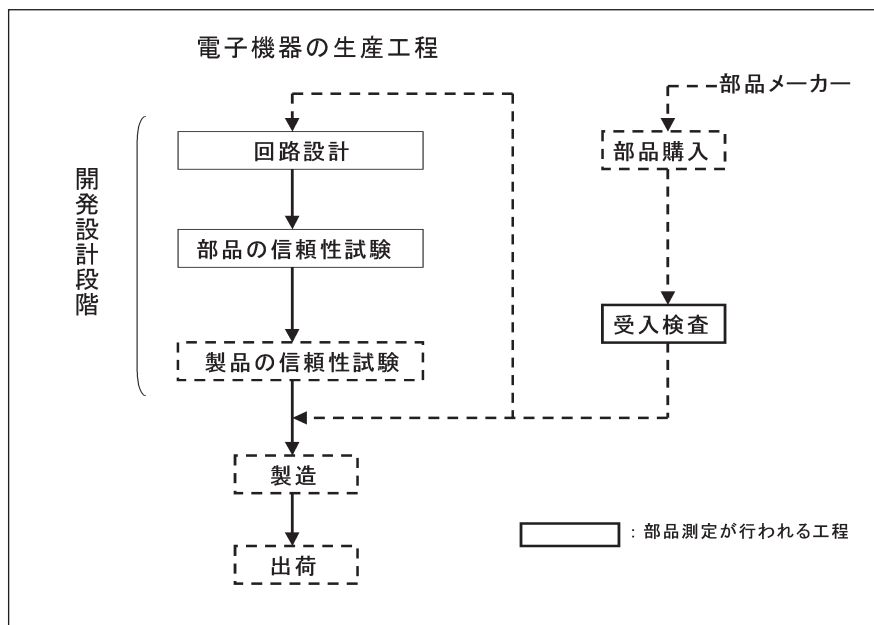


図1 電子機器の生産工程と部品測定の関係

表1 インダクタの7.96 MHzと30 MHzでの値の変化例

周波数	測定パラメータ	インダクタンス	Q値
7.96 MHz		950 nH	43
30 MHz		970 nH	25

ここでの違いが実際の回路設計に影響を及ぼした例を示します。図2に示された回路は周波数シンセサイザに用いた20 MHz～30 MHzのVCO発振回路の一部です。

その設計仕様は発振周波数が30 MHzのときに1 kHzオフセットでの位相雑音が $-110 \text{ dBc}/\sqrt{\text{Hz}}$ 以下であることでした。まずL1に7.96 MHzでQ値が仕様化されている $1 \mu\text{H}$ のインダクタを選んだところ、1 kHzオフセットでの位相雑音は $-107 \text{ dBc}/\sqrt{\text{Hz}}$ となってしまいました。これでは設計仕様を満たしていません。このインダクタのQ値を4285Aを使用し周波数30 MHzで測定したところ、Q値は予想よりも小さく25でした。そこで30 MHzにおいてL値は同じでQ値が60のインダクタを使用してみました。すると1 kHzオフセットでの位相雑音は $-112 \text{ dBc}/\sqrt{\text{Hz}}$ となり、設計仕様を満たす事ができました。この原因はインダクタのQ値が低いと発振回路のQ値も低くなるため、図3に示されたように発振回路の1 kHzオフセットでの位相雑音のレベルが上昇し

てしまうことにあります。このような場合、周波数によってインダクタのQ値が変わるのでQ値の仕様が定められている周波数以外での回路の設計を紙面上だけで行うのは難しく、実際にその特性を測定して見る必要があります。

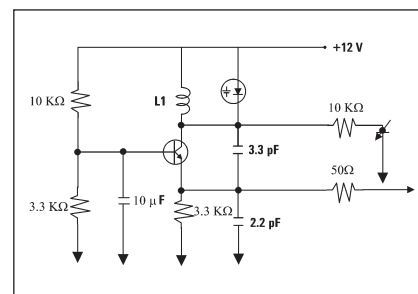


図2 周波数シンセサイザに用いた20 MHz～30 MHzのVCO発振回路の一部

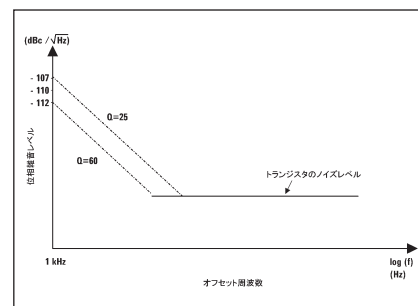


図3 オフセット周波数と発振回路の位相雑音レベルとの関係

このように回路設計には実動作条件における部品の測定が不可欠ですが、4284A/4285Aは各々20 Hz～1 MHz/75 kHz～30 MHzの広帯域の測定周波数範囲をカバーし、幅広く測定条件（測定信号レベルやDCバイアスなど）を設定できます。さらにリスト掃引機能を備えているので、図4のように周波数の掃引も簡単におこなえます。また基本測定精度は0.05 % (4284A), 0.1 % (4285A)と極めて高く、open/short補正機能により治具まわりの残留分や浮遊分による誤差をも取り除く事ができます。このように4284A/4285Aは回路設計に必要な実動作条件における高精度測定を実現します。

<LIST SWEEP DISPLAY>			SYS MENU	
MODE : SEQ				
FREQ. [Hz]	LS [H]	Q [ ]		CMP
100.0k	964.218n	6.38		
1.0000M	952.029n	21.0		
5.0000M	949.875n	39.9		
7.9600M	950.848n	42.7		
10.0000M	953.947n	40.8		
20.0000M	960.966n	31.0		
30.0000M	968.361n	24.2		

図4 インダクタのLs - Qsの周波数特性

## 1-2. 部品の信頼性試験におけるケーブル延長

新しい部品を採用したときなどは、回路設計後にその部品の信頼性試験を行う必要があります。なぜならその部品に示された仕様だけでは製品の信頼性を十分保証できないような場合があるからです。一般に信頼性試験では温度特性評価などが行われますが、そのためには恒温槽内で部品を試験するために、測定器から測定ケーブルを恒温槽まで延長する必要があります。しかし100 kHz以上の高い周波数において測定ケーブルを延長すると、

- \* 測定ケーブル自体の容量によって誤差が生じてしまう
- \* 測定器のブリッジ回路がバランスしなくなり、測定不能になることがある

などの問題が発生します。

4284A/4285Aはケーブル延長機能を備えており、Agilent社製のテストリード（測定用ケーブル）<sup>1</sup>で延長したときの測定精度も規定しているのです。これらの問題を解決できます。さらにテスト

リードの先でopen/short補正を行えば高精度な信頼性のある恒温槽内での測定が可能です。さらにスキャナ<sup>2</sup>の各チャンネルで発生する誤差を取り除く為のマルチチャンネル補正機能を備えているので、図5のようにスキャナを接続すれば一台で多くの部品を一度に評価できます。

## 仕様部品の受け入れ検査における問題点と解決策

### 2-1. 規格外部品の混入

品質を重視する製品の場合、使用される部品の仕様が部品メーカーで定められた部品の仕様では不十分なことがあります。そのような場合、製品の仕様を満たす為に入受検査用に新たに仕様を設けて良品だけを選別しなければなりません。この選別が厳密ではないとお客様に納入された製品が不良になる可能性があります。従って部品の入受検査における選別は大変重要な事です。厳密な入受検査を行う為には、回路の実動作条件で高精度に部品を測定できなければなりません。ケーブル延長機能やopen/short補正機能を持ったAgilent 4284A/4285Aを用いれば、治具と測定器が離れている入受検査システムにおいても、実動作条件における部品測定を高精度に行えます。

### 2-2. スループットの改善

また入受検査では大量の部品を高速に選別することが必要です。そのためには測定器の測定スピードが速くなくて

はなりません。4284A/4285Aは測定スピード<sup>3</sup>が40 msec (1 kHz), 30 msec (1 MHz)と高速で、さらに図6のようにコンパレータ機能も内蔵しているので、ハンドラ<sup>4</sup>やスキャナと併用すれば一台で何種類もの部品を数多く高速に選別することが可能です。従って受け入れ検査システム自体のスピードが上がり、部品選別のスループットを向上させることができます。例えば、今まで1回の測定時間が1 MHzで100 msecの測定器を使用していたら1日に部品を20万個測定していたとすれば、4284A/4285Aを用いれば1日に50～60万個の部品を測定できるようになります。

### 2-3. 数多い測定条件の設定・変更

<BIN COUNT DISPLAY>				SYS MENU	
FUNC	: Cp-D	NOM : 115.000pF			
BIN	LOW [ % ]	HIGH [ % ]	> COUNT		
1	- 1.000	+ 1.000	2463		
2	- 2.000	+ 2.000	652		
3	- 3.000	+ 3.000	251		
4	- 4.000	+ 4.000	106		
5	- 5.000	+ 5.000	36		
6			0		
7			0		
8			0		
9			0		
2nd			[ ]		
REJ CNT	AUX: OFF	OUT: 13			

図6 内蔵コンパレータによる自動選別

一般に部品の受け入れ検査では、各部品ごとに測定条件を変えて測定する必要があります。なぜならインダクタは測定電流やバイ

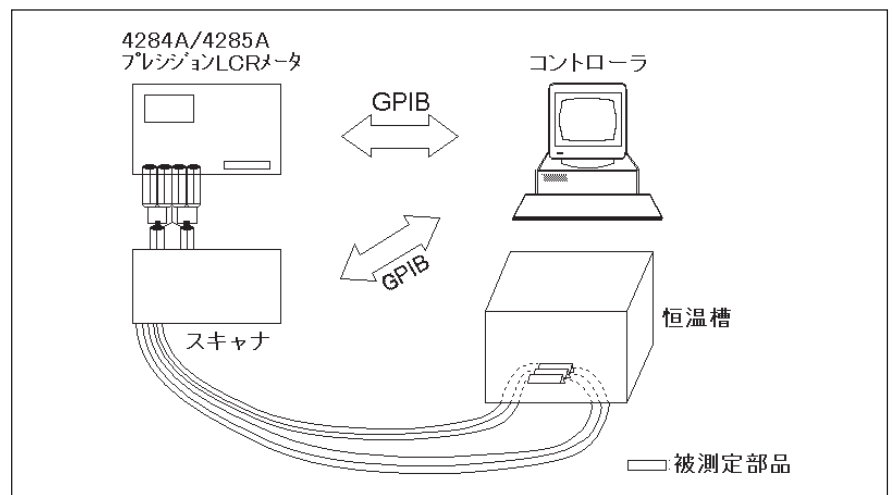


図5 スキャナを用いた恒温槽内での温度特性評価

アス電流、キャパシタは測定電圧やバイアス電圧などへの依存性があるので、これらの条件が違えば部品の特性が変化してしまうからです。また各々のインダクタンスや容量値によって、周波数も変えなければなりません。したがって一台の測定器で周波数、測定信号レベルやDCバイアスなどの測定条件を幅広く設定できることが必要です。もし幅広く設定できないと、多くの測定器を用意しておいて、部品の種類が変

わるたびに測定器を変えなければならないからです。さらに部品の種類が多いため測定条件を簡単に変更できることも必要です。**Agilent 4284A/4285A**は測定周波数範囲が広く、測定条件も幅広く設定できます。さらに一枚のメモリーカードに測定条件を最大10設定まで記憶できるので、測定条件の変更も簡単に行えます。

計測  
お客様窓口

受付時間 9:00~19:00  
(土・日・祭日を除く)  
※FAXは24時間受付可

TEL ☎ 0120-421-345  
(0426-56-7832)

FAX ☎ 0120-421-678  
(0426-56-7840)

E-mail: contact\_japan@agilent.com

電子計測ホームページ

<http://www.agilent.co.jp/find/tm>

●記載事項は変更になる場合があります。  
ご発注の際はご確認ください。

Copyright 2001  
アジレント・テクノロジー株式会社

主な仕様  
4284A/4285A

	4284A	4285A
測定周波数	20 Hz - 1 MHz 8610点	75 kHz - 30 MHz 100 Hz 分解能
測定パラメータ	Z ,  Y , $\theta$ , R, X, G, B, L, C, Q, D, ESR	
表示桁数	6桁	
測定範囲	Z , R, X: 0.01 m $\Omega$ ~ 99.9 M $\Omega$  Y , G, B: 0.01 nS ~ 99.9 S	
	C: 0.01 fF ~ 9.9F L: 0.01 nH ~ 99.9 kH	C: 0.01 fF ~ 999 $\mu$ F L: 0.001 nH ~ 99.9 H
	D: 0.000001 ~ 9.99999 Q: 0.01 ~ 99999.9	
基本確度	Z , C, L: 0.05 % D: 0.0005	Z , C, L: 0.1 % D: 0.001
測定スピード	40/190/830 msec (1 kHz)	30/65/200 msec
測定信号 <sup>a</sup>	電圧	5 mV - 2 Vrms (10 mV - 1 Vrms)
	電流	50 $\mu$ A - 20 mArms (100 $\mu$ A - 10 mArms)
測定ケーブル長	0 m/1 m (2 m/4 m) <sup>b</sup>	0 m/1 m/2 m
コンパレータ	メインパラメータ 10段階 サブパラメータ IN/OUT	
DCバイアス	1.5 V, 2 V	無し
インタフェース	GPIO I/F, ハンドラI/F スキャナI/F, バイアスカレントI/F	
リスト掃引	最大10点まで掃引可能	

おわりに

このように4284A/4285Aはその威力を最大限に発揮して、電子機器製品の開発から製造・出荷にいたるまでの各工程内における部品測定のさまざまな問題を解決します。

- 1: 16048A (BNC, 0.94 m) / 16048B (SMC, 1 m) / 16048D (BNC, 1.89 m) / 16048E (BNC, 3.8 m)
- 2: オプション301 (スキャナI/F) が必要
- 3: 積分時間がshortの時
- 4: オプション 201/202 (ハンドラI/F) が必要

4284A/4285Aオプション001

	4284A	4285A
測定信号 <sup>c</sup>	電圧	標準装備時と同じ
	電流	
DCバイアス	$\pm$ (1 mV ~ 40 V), $\leq$ 100 mA	

a, c: ( )内は定電圧/定電流モードの時  
b: オプション006 (2 m/4 m ケーブル動作) が必要