

---

---

# フライバックコンバータトランス設計製作


## ドキュメント一式

P999-999 (TP99F9-C9RL)

---

---

承認	作成

 ポニー電機 株式会社

〒375-0003 群馬県藤岡市立石新田 23 番地

TEL 0274-42-0911. FAX 0274-42-5509

<http://www.pony-e.jp>

Email : office@pony-e.jp

ポニー電機 株式会社	図番	P999-999	定格	TP99F9-C9RL
------------	----	----------	----	-------------

ドキュメント内容 :

No	資料名	文章番号
1	購入仕様書	K9999-A9-999999-9
2	設計仕様書	K9999-H9-999999-9
3	設計書	K9999-J9-999999-9
4	シミュレーション結果報告書	K9999-H9-999999-9
5	試験報告書	K9999-J9-999999-9
6	納入仕様書 ※量産時に取り交わし	K9999-A9-999999-9

---

---


フライバックコンバータトランス  
購入仕様書

P999-999 (TP99F9-C9RL)

---

---

承認	作成

 ポニー電機 株式会社

〒375-0003 群馬県藤岡市立石新田 23 番地

TEL 0274-42-0911. FAX 0274-42-5509

<http://www.pony-e.jp>

Email : office@pony-e.jp

ポニー電機 株式会社

図番 P999-999

定格 TP99F9-C9RL

フルブリッジ型電源用高周波トランス製作依頼（ご提案回路2の場合）K6005

1 使用材料

- 1.1 コア種類： PC44 EPC19-Z
- 1.2 ボビン種類： BEPC19-1110GAFR
- 1.3 金具： なし
- 1.4 ギャップ： 0.10mm(インダクタンス優先)

2 電気的特性

- 2.1 インダクタンス値 一次：99.9uH
- 2.2 耐電圧

表1：耐電圧マトリックス表

①：AC3750V/1分間,

③N1とN2、N3とN4はそれぞれ回路上GND共通、耐圧なし。回路電圧の3倍程度に耐えること（最大50Vdc程度）

—	N2	N3	N4	
N1	③	①	①	
N2	—	①	①	
N3	—	—	③	
N4	—	—	—	

- 2.3 絶縁抵抗 巻線～巻線間 X巻線～コア間 DC500V 100MΩ以上
- 2.4 直流抵抗 指定なし[Ω/mm<sup>2</sup>]
- 2.5 電流密度 3以下(可能な限り銅増量) [A/mm<sup>2</sup>]
- 2.6 各巻線電流最大実効値 N1=1.0A  
N2=0.045A N3=0.095A N4=0.035A
- 2.7 使用周波数 70 [kHz]

3 安全規格

指定なし

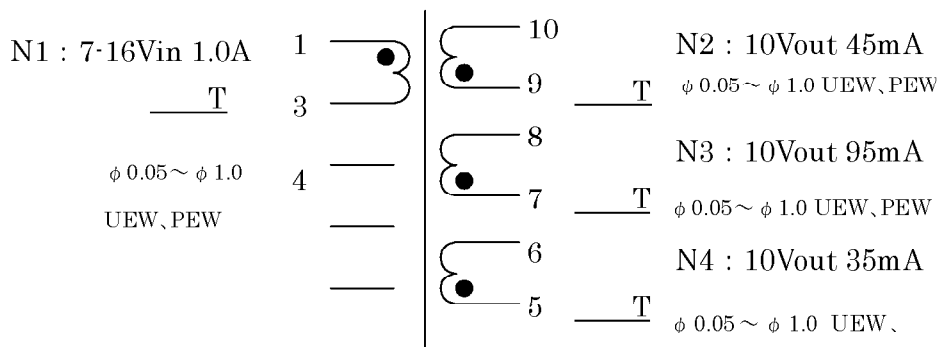
4 絶縁種

F種(許容最高温度155℃)

5 巻線間結合

漏れインダクタンスをできるだけ少なく

6 トランス回路図



ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

- 7 製作数 1 個  
8 納期 1 月 1 日(製品)、1 月 1 日(資料)  
9 量産 量産予定無し  
10 用途 補助電源

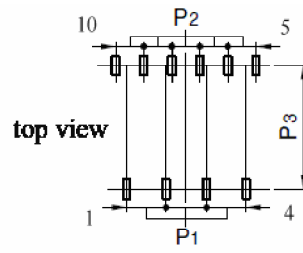
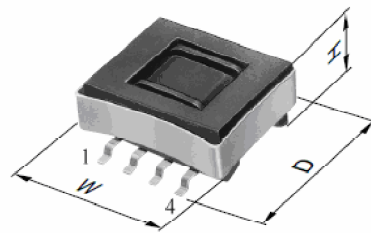
お送先とご連絡先：

- 11 その他 車載用途、周囲環境 90℃

以上

ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

基板設計用ピン寸法図



Type 9

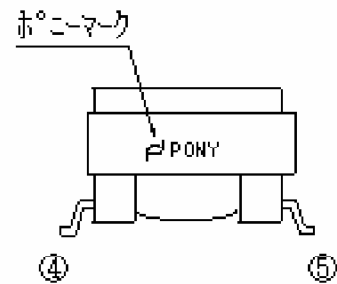
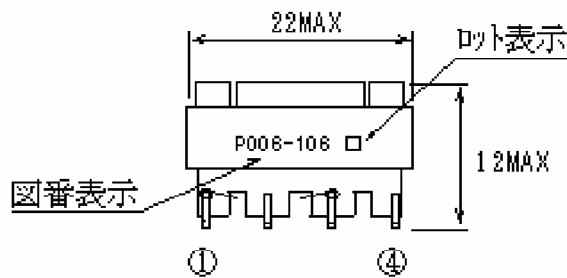
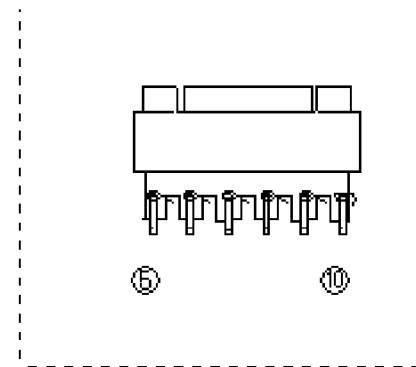
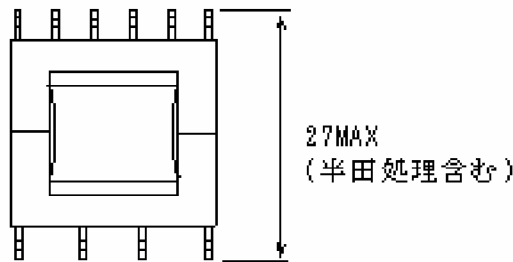
SMD タイプ

ポピン品名	寸法(mm)								
	A	B	C	D	E	X	Y	Z	t*
BEPC19-1110GAFR	15.4	10.7	12.0	—	—	20.0	25.0	9.75	0.8

ポピン品名	寸法(mm)				ピン端子数	W D (mm) H	パラメータ			質量 (g)	コネクティング ピンパターン
	øP (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)			巻線断面積 Aw(mm <sup>2</sup> )	平均巻線長 ℓw(mm)			
BEPC19-1110GAFR	0.4×0.7	5.0	3.5	23.8	10	20.2 25.2 9.9	28.2	34.4	1.3	Type 9	

外形図



ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

---

---

# フライバックコンバータトランス


## 設計仕様書

P999-999 (TP99F9-C9RL)

---

---

承認	作成

 ポニー電機 株式会社

〒375-0003 群馬県藤岡市立石新田 23 番地

TEL 0274-42-0911. FAX 0274-42-5509

<http://www.pony-e.jp>

Email : office@pony-e.jp

## 1 一般事項

### 1.1 製作範囲

- ・ フライバックコンバータトランスの設計
- ・ シミュレーション動作確認
- ・ トランスの製作

### 1.2 納期

別途ご相談

### 1.3 提出物

項目	数量	備考
トランス納入仕様書(及び購入仕様書)	1	納入仕様書、購入仕様書
検討回路仕様書(設計仕様書)	1	
トランス設計書	1	
フライバックコンバータ シミュレーション結果報告書	1	
特性試験結果報告書	1	
製品	6	

### 1.4 検収条件

製品の納品時にて検収といたします。

### 1.5 保証

製品納入後、万一、お客様にて実験による動作確認を行い、トランス設計が仕様を満足しない場合、30日以内に1回、無償にて再設計を行います。(ただし、再試作品製作は有料となります。)その後の設計に対する無償再設計はいたしません。

私どもの経験と知識を生かし十分な配慮を行い設計を行いますのでご配慮くださいませ。

### 1.6 ご注意

- ・ 本トランスは、本仕様に基づいたフライバックコンバータに使用するための製品です。他の仕様のコンバータに使用することはできません。
- ・ フライバックコンバータの半導体に関する設計及び保証はいたしません。
- ・ 製作範囲はフライバックコンバータ用のトランスの設計と製作となります。
- ・ フライバックコンバータ用トランスの新規製作となり、コンバータの回路製作、動作確認及び評価試験については本件に含まれません。
- ・ フェライトコアは落下などさせますとかけてしまいますお取扱にご注意くださいませ。



2 一般仕様

項目	仕様	備考
回路方式	フライバック方式	
出力回路数	4回路	入力1回路
出力容量(総計)	1.75W	出力電気仕様による
スイッチング周波数	70kHz	PWM制御
最大時比率	0.5	IC:UCG28C41Dより
入出力装置効率	0.8	フライバックコンバータの効率
コア種類	PC44 EPC19-Z	お客様指定
ボビン種類	BEPC19-1110GAFR	お客様指定
絶縁耐圧	AC3750VAC(1分間)	
絶縁抵抗	100M $\Omega$	
規格	機能絶縁	
絶縁種別	F種	

3 出力電気仕様

出力回路	出力電力	出力電圧	出力電流
N2	0.45W	10V	45mA
N3	0.95W	10V	95mA
N4	0.35W	10V	35mA
計	1.75W	-	-

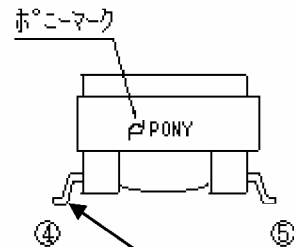
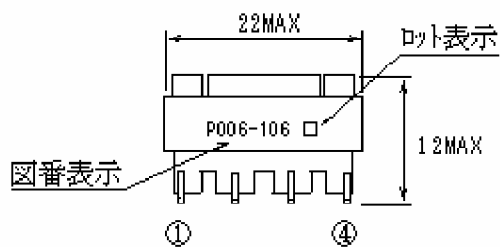
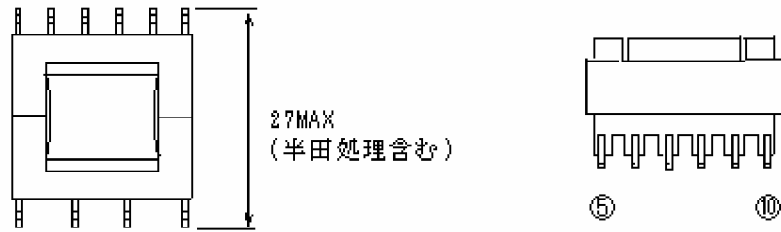
4 入力電気仕様

入力回路	定格入力電圧	入力電圧範囲	備考
N1	12V	7~16V	

ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

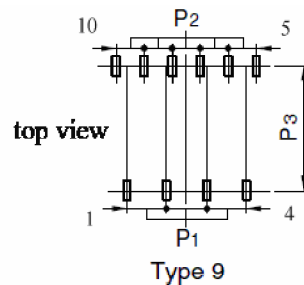
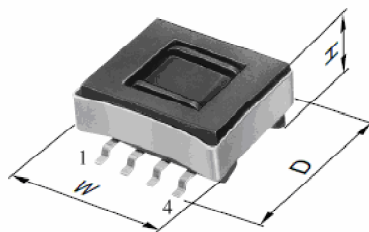
5 外形

外形図(EPC19 SMD タイプ)



脚の基板接地部は  
0.7mm x 1.2mm

ピン寸法図



SMD タイプ

ポビン品名	寸法(mm)									
	A	B	C	D	E	X	Y	Z	t*	
BEPC19-1110GAFR	15.4	10.7	12.0	—	—	20.0	25.0	9.75	0.8	
ポビン品名	寸法(mm)				ピン端子数	W D (mm) H	パラメータ			コネクティング ピンパターン
	øP (mm)	P1 (mm)	P2 (mm)	P3 (mm)			巻線断面積 Aw(mm <sup>2</sup> )	平均巻線長 ℓw(mm)	質量 (g)	
BEPC19-1110GAFR	0.4×0.7	5.0	3.5	23.8	10	20.2 25.2 9.9	28.2	34.4	1.3	Type 9

ポニー電機 株式会社	図番	P999-999	定格	TP99F9-C9RL
------------	----	----------	----	-------------

---

---

# フライバックコンバータトランス


## 設計書

P999-999 (TP99F9-C9RL)

---

---

承認	作成

 ポニー電機 株式会社

〒375-0003 群馬県藤岡市立石新田 23 番地

TEL 0274-42-0911. FAX 0274-42-5509

<http://www.pony-e.jp>

Email : office@pony-e.jp

## 1 概要

本設計書ではフライバックコンバータトランスの設計の内容を報告するものである。別紙の設計仕様書に従いフライバックコンバータの設計を行った。設計は最低時比率(Duty)にて入力電圧最低時に動作できる用に行った。この時電流が臨界モードに近くなるように設計している。この設計によりトランス 1 次、2 次巻数、GAP、線径、励磁インダクタンスを決定した。

## 2 主な仕様

出力電力仕様(詳細は別紙の設計仕様書参照) :

コイル	電圧	電流	電力	絶縁区分	備考
N2	+10V	0.045A	0.45W	2次	
N3	+10V	0.095A	0.95W	2次	
N4	+10V	0.035A	0.35W	2次	
計			1.75W		トランス出力合計容量

その他主な仕様の抜粋(詳細は別紙の設計仕様書参照) :

PC44 EPC19-Z コア使用

BEPC19-1110GAFR ボビン使用

1 次対 2 次一括間耐圧 500Vac(1 分間)

スイッチング周波数 70kHz(14 $\mu$  sec)とする。

入力電圧範囲 7~16V

## 3 トランス計算

### 3.1 ギャップ決定計算

計算過程省略

### 3.2 二次側インダクタンス L2 算出

計算過程省略

ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

3.3 二次巻線数  $N_s$  算出( $N_2$ 、 $N_3$ 、 $N_4$ )  
計算過程省略

3.4 ALバリュの算出  
計算過程省略

3.5 ギャップ決定  
計算過程省略

3.6 次巻線数  $N_p$  算出( $N_1$ )  
計算過程省略

3.7 暫定一次側インダクタンス  $N_p$  算出( $N_1$ )  
計算過程省略

3.8 1次側巻数  $N_p$  算出  
計算過程省略

3.9 暫定一次側インダクタンス  $N_p$  算出(N1)  
計算過程省略

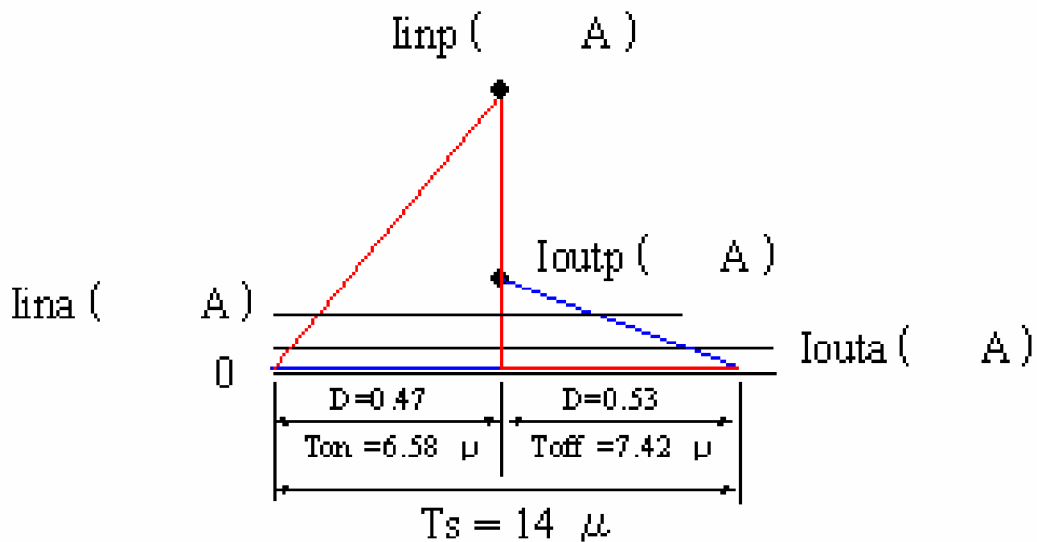


図1 一次(赤)、二次(青)電流波形モデル

3.10 飽和電流の確認  
計算過程省略

3.11 二次側電圧確認  
計算過程省略

4 まとめ

コイル	電圧	電流	ターン数	※巻き線径	励磁インダクタンス	ギャップ(GAP)
N1	7~16V	1.0A	T	$\phi$	99.9 $\mu$ H	0.10mm
N2	+10V	0.045A	T	$\phi$		
N3	+10V	0.095A	T	$\phi$		
N4	+10V	0.035A	T	$\phi$		

※ 電流密度...3 A/mm<sup>2</sup>以下にて選定

ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

---


---

フライバックコンバータトランス  
シミュレーション結果報告書  
P999-999 (TP99F9-C9RL)

---

---

承認	作成

 ポニー電機 株式会社

〒375-0003 群馬県藤岡市立石新田 23 番地

TEL 0274-42-0911. FAX 0274-42-5509

<http://www.pony-e.jp>

Email : office@pony-e.jp

ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

## 1 概要

本報告書では P006-106 のフライバックコンバータ用トランス設計の動作を確認するためシミュレーションにて動作を確認した。回路は多出力フライバックコンバータにて行いトランスの定数はトランス設計書による。シミュレーション動作確認の結果、本トランス設計にて動作できることを確認した。

## 2 シミュレーション回路と入出力仕様

表1に本フライバックコンバータの入出力電気仕様を示す。図1に本仕様を反映したシミュレーションに使用した回路図を示す。入力電圧範囲が大きいため最低電圧と最大電圧にてシミュレーションを行った。トランスのスペックはトランス設計書で決定した値を使用して模擬した。

表1: 入出力電気仕様

一般仕様			
スイッチング周波数	70kHz		
最大時比率	0.5		

出力回路	出力電力	出力電圧	出力電流
N2	0.45W	10V	45mA
N3	0.95W	10V	95mA
N4	0.35W	10V	35mA
計	1.75W	-	-

入力回路	定格入力電圧	入力電圧範囲	備考
N1	12V	7~16V	

トランス定数			
N1 巻数	T	1次励磁インダクタンス	99.9uH
		1次漏れインダクタンス	
N2 巻数	T	-	
N3 巻数	T	-	
N4 巻数	T	-	

図1 シミュレーション回路

ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------



### 3 シミュレーション結果波形

図2にシミュレーション結果波形を示す。左図が入力最小電圧、右図が入力最大電圧の場合の定格出力電力時の各所波形を示す。入力最小電圧  $V$  時において最大時比率(Duty)=0.45 にて3つの出力電圧  $\underline{\quad}V$  となり、仕様を満足することができた。また、入力最大電圧  $\underline{\quad}V$  時においてもDuty=0.18 にて出力できることを確認した。半導体にかかる電圧としてはスイッチ SW に  $V+\alpha$ 、出力ダイオード Do1-3 に  $\underline{\quad}V+\beta$  となる。

( $\alpha$ :スイッチのサージ電圧、 $\beta$ :ダイオードのサージ電圧)

(入力電圧  $V_{dc} = \underline{\quad}V$ , 時比率(Duty)=0.45)

(入力電圧  $V_{dc} = \underline{\quad}V$ , 時比率(Duty)=0.18)

図2 シミュレーション結果波形

ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

#### 4 まとめ

本シミュレーション確認によって、トランス設計書(製品同様)にあるスペックにて本フライバックコンバータが正常に動作していることを確認できた。本トランス設計にて仕様の動作が可能であることを確認した。

#### ご注意:

本シミュレーションはトランスの設計を確認するものであり、回路内の配線インダクタンスなどによる半導体サージに対するシミュレーションは考慮しておりません。半導体に関しては十分半導体耐量にデレーティングを取った上、実験にて御確認くださいませ。

また、一般的な半導体の定数などを考慮しておりますが、高周波スイッチング方式であるため基板パターン(引廻しや距離)によってシミュレーションと若干異なる場合がございますが、ご了承くださいませ。

ポニー電機 株式会社	図番 P999-999	定格 TP99F9-C9RL
------------	-------------	----------------

---

---

# フライバックコンバータトランス


## 試験報告書

P999-999 (TP99F9-C9RL)

---

---

承認	作成

 ポニー電機 株式会社

〒375-0003 群馬県藤岡市立石新田 23 番地

TEL 0274-42-0911. FAX 0274-42-5509

<http://www.pony-e.jp>

Email : office@pony-e.jp

## 1 概要

本報告書は別紙トランス設計書で設計試作したトランスに対して特性試験を行い設計と相違はないか確認するものである。試験は励磁インダクタンス試験、直流抵抗試験、絶縁耐圧試験、絶縁抵抗試験、直流重畳特性試験を行った。製品6個に対して行った結果、全て合格となった。

## 2 直流重畳特性

図1に直流重畳特性を示す。直流重畳試験では入力電流仕様にてトランス飽和がないか確認した。ピーク電流1.5Aに対してトランスのインダクタンスは±10%以内であり飽和がないことが確認できる。

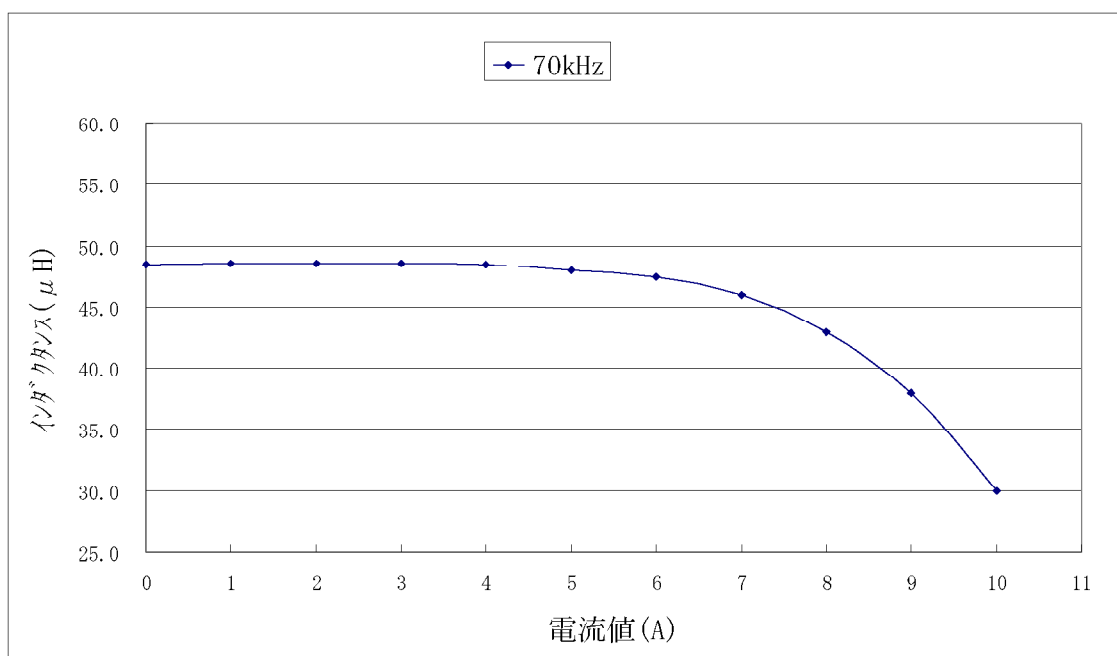


図1 直流重畳特性

### 3 試験結果（検査成績表）

表1に各種試験結果を示す。励磁インダクタンス試験では設計値 99.9 $\mu$ H に対して 97.8～98.4 $\mu$ H となり $\pm$ 10%以内にあるため合格である。その他、直流抵抗試験では断線もなきことを確認、絶縁試験では絶縁機能が仕様通りとなっていることを確認した。

各種試験項目

- 1) インダクタンス
- 2) 直流抵抗
- 3) 巻数
- 4) 耐電圧
- 5) 絶縁抵抗