

# B-Hプリント配線板

## Bend & Harden Printed Wiring Board

滝野 秀雄\*  
Hideo Takino  
木村 信正\*  
Nobumasa Kimura

Printed wiring boards (PWB) are flat in shape and commonly used on various electronic devices. With such circumstances, a three dimensional shape has also been requested more and more. To meet such a trend, many manufacturers have been developing and publicizing the manufacturing techniques of the three dimensional PWB. We would like to introduce here the features and processing method of "Bend & Harden Printed Wiring Board" which we have developed.

## 1 まえがき

近年、電子機器はますます多機能化、小形化が強く求められ、コンパクトになれば新しい市場が拡大し、その結果、更により一層のコンパクト化が促進される傾向にある。

小形化を可能にする技術として、搭載されるコンデンサ、抵抗器のチップ化、コネクタ、スイッチ、LSIパッケージの小形化、薄形化と併せて、プリント配線板の回路の微細化、多層化が強く求められている。同時に機器内部における空間の有効利用を可能とするプリント配線板の出現も熱望されている。

特に民生用電子機器においては、多機能小形化と共に低価格が強く望まれ、これらを実現するためより安定した製造技術による新しいプリント配線板の開発が待たれている。

このような背景のもとで、新しいプリント配線板として、B-Hプリント配線板を開発した。

このB-Hプリント配線板の特長について、従来のプリント配線板と比較しながら紹介する。

## 2 従来のプリント配線板材料

汎用プリント配線板材料として、紙フェノール樹脂基材（通称PP材）がテレビ、VTRなどの民生用電子機器に大量使用され、低価格が最大の特長となっている。また、主に産業用電子機器に使用されているガラス布入りエポキシ樹脂基材（通称GE材）は、高価格であるが、電気的、機械的特性が優れているために、高密度、高信頼性用として使用されている。その他では、FRP・ガラスマット基材（通称FRP材）、コンジット基材、フレキシブル基材（通称FPC材）、高周波回路用基材等、基材特性を生か

※電子機器事業部 PCグループ

した新しいプリント配線板が開発され、販売されている。

## 3 B-Hプリント配線板材料

B-Hプリント配線板用基材（以下B-H基材という）は、当社とユニチカ㈱との共同研究により開発されたものであり、この新素材はエンジニアリングプラスチックの一種であるポリエチレンテレフタレートを主体とし、これにガラス繊維、特殊フィラーを充填、複合した新しい熱可塑性ポリエステル系コンジットシートである。電気的諸特性、耐熱性、機械的諸特性、耐薬品性に優れ、環境変化（温度、湿度など）に対して、極めて安定しているという基本特性に加え、加工面でも、常温打ち抜きが可能のために、打抜精度が良いことも大きな特長である。

### 3.1 B-H基材の代表的物性値

表1にB-H基材の代表的物性値を市販されているPP材、GE材、FRP材の各種物性値と比較して示す。

引張強さ、曲げ強さの機械的特性において、GE材>FRP材>B-H基材 $\geq$ PP材の順となっている。

耐電圧、体積抵抗、表面抵抗、誘電率、誘電正接の電気的特性においては、B-H基材はGE材、FRP材と同等あるいはそれ以上の値を有しており、PP材がこれに続く。

吸水率は、B-H基材の場合、常温で0.1%、沸騰水で0.4%とGE材、FRP材とほぼ等しい値を示す。

打ち抜き加工性においては、B-H基材は室温における打ち抜きが可能であり、ホットパンチ（PP材）に比較して、打ち抜き時と使用時の温度差がないために精密打ち抜きができるという利点を有する。この利点によって、スルーホール打ち抜きがGE材、PP材、FRP材に比して容易に実現できる。

表 1 / 各種基材の代表的な物性値

Tab. 1/Typical characteristics of base material

項 目	処理条件	単 位	B-H基材 <PMC>	紙・フェノール 積層板(PP) <XP>	ガラス・エポキシ 積層板(GE) <G-10>	FRP・ガラスマット 積層板(FRP) <GPO-3>
厚 み	A	mm	1.0	1.0	1.0	1.0
比 重	A	—	1.6	1.4	1.8~1.9	2.1
引 張 強 さ MD	A	kgf/cm <sup>2</sup>	1100	950	2000	1000
T D			750	650	~3000	~2000
曲 げ 強 さ MD	A	kgf/cm <sup>2</sup>	1650	1550	3500	1500
T D			1100	1250	~4500	~2500
耐 電 圧	C-90/20/65	kV/mm	35	15	15	10
体積抵抗率	C-90/20/65	Ω・cm	10 <sup>15</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>13</sup> ~10 <sup>15</sup>	10 <sup>12</sup> ~10 <sup>14</sup>
表面抵抗	C-90/20/65	Ω	10 <sup>15</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>12</sup> ~10 <sup>14</sup>	10 <sup>11</sup> ~10 <sup>13</sup>
誘 電 率 (1MHz)	C-90/20/65		4.4	6.6	3.5~4.5	4.5~5.0
誘 電 正 接 (1MHz)	C-90/20/65		0.019	0.060	0.025~0.035	0.020~0.030
吸 水 率 (20℃・240時間)	E-24/50+	%	0.10	2.10	0.10	0.20
(100℃・24時間)	D-24/23		0.40	4.10	0.23	0.67
熱 収 縮 率 MD	C-90/20/65+ E0.33/170	%	-0.10	-0.30	+0.07	-0.11
T D			-0.50	-0.50	+0.12	+0.07
(170℃・40分)						
熱 伝 導 率	C-90/20/65	kcal/m・hr・℃	0.44	0.15	0.56	0.61
打ち抜き適正温度	A		室温	40~100℃	室温	室温

1) 熱収縮率はユニチカ法により、高温空气中、170℃・40分の条件で測定。また、熱伝導率はユニチカ法による。

2) 測定方法は、その他の項目についてはJIS K 6911(熱硬化性プラスチック一般試験方法)による。

### 3.2 耐熱水性

表 2 に耐熱水性の比較を示す。B-H基材では、体積抵抗、表面抵抗はいずれも処理前後で10<sup>15</sup>と値が変わらず、吸水による重量変化も0.37%と低い値を示す。寸法変化においても、特に厚みは0.81%と低い値を示す。このようにB-H基材は優れた耐熱水性を有する。

表 2 / 各種基材の耐熱水性(100℃の熱水に2時間浸せき処理)

Tab. 2/Hot water resisting characteristics (After dipping for 2 hours in 100℃ hot water)

	電気的性能変化		重量変化 (%)	寸法変化(処理前→処理後)		
	体積抵抗率 (Ω・cm)	表面抵抗 (Ω)		MD (%)	T D (%)	厚み (%)
B-H 基 材(PMC)	10 <sup>15</sup> →10 <sup>15</sup>	10 <sup>15</sup> →10 <sup>15</sup>	+0.37	+0.05	-0.30	+0.81
紙フェノール積層板(XP)	10 <sup>12</sup> →10 <sup>8</sup>	10 <sup>13</sup> →10 <sup>1</sup>	+3.45	-0.10	+0.13	+4.39
ガラスエポキシ積層板(G-10)	10 <sup>15</sup> →10 <sup>14</sup>	10 <sup>14</sup> →10 <sup>14</sup>	+0.23	+0.05	+0.04	+0.67
FRPガラスマット 積層板(GPO-3)	10 <sup>14</sup> →10 <sup>11</sup>	10 <sup>14</sup> →10 <sup>11</sup>	+0.67	+0.04	+0.07	+1.08

表 3 / B-H基材の耐薬品性(20℃, 10日間浸せき処理)

Tab. 3/Chemical resistance of B-H base material (After dipping for 10 days in 20℃ chemicals)

薬 品	外 観	重量変化(%)
5%酢酸	変化なし	+0.3
3%硫酸	変化なし	+0.2
10%硝酸	変化なし	+0.1
10%塩酸	変化なし	-0.1
10%水酸化ナトリウム	白 化	-5.1
10%アンモニア水	変化なし	+0.4
95%エタノール	変化なし	+0.2
トリクロロエタン	変化なし	+0.2
トリクロロエチレン	変化なし	+0.5
トルエン	変化なし	+0.2
アセトン	変化なし	+0.4
メチルエチルケトン	変化なし	0
セロソルブアセテート	変化なし	-0.1
ブチルカルピノール	変化なし	+0.1

### 3.3 耐薬品性

表 3 に耐薬品性の比較を示す。B-H基材では、薬剤に浸せきして反応を起こせば成分が分解して薬剤中に溶出して重量減少を、逆に薬剤が浸透して重量増加が起こるが、水酸化ナトリウム以外の薬剤では、0.1%~0.5%以内の重量変化であり、外観にも変化がみられない。B-H基材は耐薬品性にも優れている。

## 4 立体プリント配線板の種類と特長

プリント配線板の小形化に関しては、高密度、高多層化と共に、電子部品の小形化に伴う、挿入実装法(通称IMT)から表面実装法(通称SMT)への変革などによって推進されてきた。他方、従来とは異った新しい価値が期待できる立体プリント配線板が研究開発されている。その主な特長として、

- ① ハウジング等に沿う形状及び直接導電回路を形成でき、省スペース、低コストが図れると共に、デザイン自由度が向上する。
- ② 部品点数が減少でき、その結果として、低コスト化と重量の軽減が図れる。
- ③ 低誘電率の熱可塑性樹脂を用いることにより、高周波への対応が可能となる。

等があり、テレビ、VTR等家電製品をはじめ、通信、OA機器、更には自動車など幅広い分野での利用が可能となって来るであろう。

## 4.1 射出成形プリント配線板

プリント配線板は、電子部品の接合にはんだを使用するために、熱硬化性樹脂が使われているが、はんだ温度に耐える熱可塑性樹脂が開発され、プリント配線板として応用されるようになった。ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリフェニサルファイト、ポリエーテルイミド等の樹脂がこれにあたる。

しかし、これらは高価格が難点である。また射出成形金型を用いるので、単一プリント配線板の大量生産には向いているが、設計変更の多い日本市場では採用には至っていない。

具体的製造法としては、フィルム転写法、二段成形法、アディティブ法等開発されている。

## 4.2 折曲げ可能なプリント配線板 (バンドフレックス)

バンドフレックスは硬質プリント配線板（通称RPC）

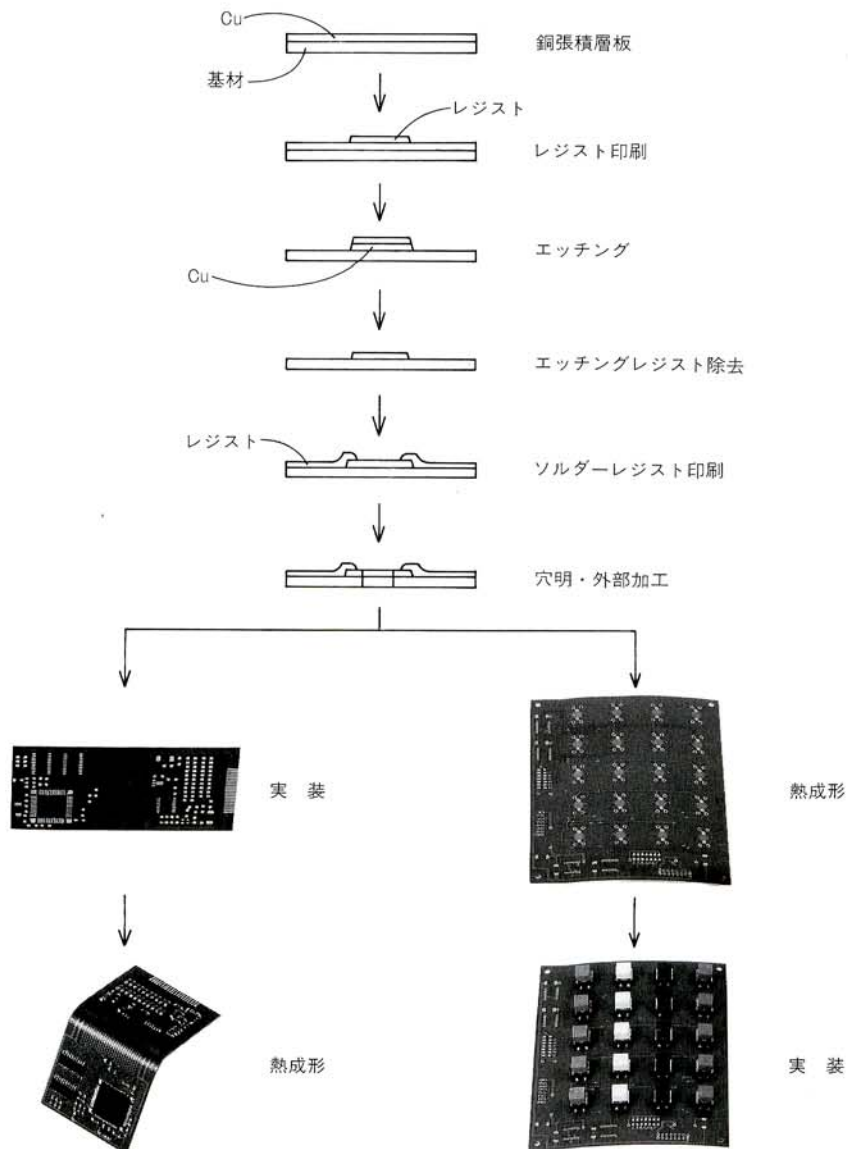


図1/B-Hプリント配線板製造工程

Fig. 1/Manufacturing process

の性能を持ちながら、折曲げることのできるプリント配線板であり、米国ロジャース社で開発された。

これは従来のRPCとFPC配線板の中間的な長を有する。一枚の配線板を折り曲げることによって多面的な配線板が構成でき、ジャンパー線やFPC配線板の省略が可能になるという発想である。

最大の難点は板厚が薄いため重量部品が実装できないことと、片面でも両面GE材と同等価格であるということである。

また、簡単に室温で折曲げ可能である反面、プリント配線板の銅箔の残存が少ない場合には、銅箔の保持力が基材の反発力より小さくなり、折曲げ時の折曲げ角度の保持が難しくなり、折り曲げ前の形状に近い状態に復元してしまう。

しかも、折曲げ面に繰返し荷重が加わると、元の形状に復元する方向に形状変化するという欠点がある。

## 5 B-Hプリント配線板の概要と特長

射出成形プリント配線板、折曲げ可能なプリント配線板の欠点を補うべく、研究開発し、完成したのが、「B-Hプリント配線板」である。

当配線板は熱可塑性ポリエステル系シートを基材として導体回路を形成し、立体形成加工と共に、結晶化加工を行って形成する立体プリント配線板であり、電子機器の多機能化、小形化、軽量化のニーズに対応すると共に、斬新なデザインの電子機器開発を促進し、合わせて低価格化が実現できるプリント配線板である。

### 5.1 B-Hプリント配線板の製造プロセス

B-Hプリント配線板は、RPCの製造プロセスがそのまま利用できることが最大の特長であり、プロセス上において技術的に解決しなければならない問題点がないため、製造コスト、品質において他の立体プリント配線板製造プロセスと比較し、非常に有利である。その製造プロセスの一例を図1に示す。

図1に示すように、レジスト印刷工程より熱成形前工程の穴明、外形加工及び実装工程までは前述のようにRPCの製造プロセスと同様に加工が行え、熱成形工程の追加によってB-Hプリント配線板＝立体プリント配線板の製造が可能である。

この熱成形工程は、製品の要求精度により種々条件設定の必要がある。

### 5.2 特長

B-Hプリント配線板は立体プリント配線板として、開発された製品であり、立体プリント配線板の一般的な特長以外に数々の長所があり次に示す。

- ① 電気諸特性に優れている。(表4)  
絶縁抵抗、表面抵抗、体積抵抗率、誘電率、誘電正接、耐電圧の諸特性はGE基材と同等以上の値を示している。
- ② 寸法安定性が良好である。(表4)  
寸法安定性はPP基材とGE基材の中間に位置している。
- ③ 低吸湿性である。(表4)  
吸水率はGE基材と同等である。
- ④ 耐薬品性に優れている。(表4)  
PP基材、GE基材と同等またはそれ以上である。
- ⑤ 材料強度はPP基材と同等またはそれ以上であり、曲げ強さはPP基材と同等の値を確保している。  
また、立体成形時における材料劣化を防止するために、弾性(変化)率を大きくし、劣化対策上の考慮がされている。

表4/各種プリント配線板の物性値

Tab. 4/Characteristics of PWB

試験項目	単位	処理条件	B-H基材 (PMC)	紙フェノール PP7F(XPC-FR)	ガラスエポキシ GE4F(FR-4)
絶縁抵抗	Ω	C-96/20/65 +D-2/100	1×10 <sup>12</sup> < 5×10 <sup>10</sup> <	1×10 <sup>10</sup> < 1×10 <sup>7</sup> <	5×10 <sup>11</sup> < 1×10 <sup>9</sup> <
表面抵抗	Ω	C-96/20/65 +C-96/40/90	1×10 <sup>14</sup> < 5×10 <sup>13</sup> <	1×10 <sup>11</sup> < 1×10 <sup>10</sup> <	1×10 <sup>12</sup> < 1×10 <sup>11</sup> <
体積抵抗率	Ω・cm	C-96/20/65 +C-96/40/90	1×10 <sup>15</sup> < 5×10 <sup>14</sup> <	5×10 <sup>12</sup> < 5×10 <sup>11</sup> <	1×10 <sup>13</sup> < 1×10 <sup>12</sup> <
誘電率 (1MHz)	—	C-96/20/65 +D-48/50	4.4> 4.5>	4.5> 4.8>	4.6> 4.8>
誘電正接 (1MHz)	—	C-96/20/65 +D-48/50	0.02> 0.03>	0.05> 0.10>	0.035> 0.045>
耐電圧	kV/mm	A	35	15	16
引はがし強さ	kgf/cm	A	1.5<	1.2<	1.4<
はんだ耐熱性	—	A	245℃/10秒<	260℃/5秒<	260℃/20秒<
耐熱性	—	A	140℃/60分<	130℃/30分<	140℃/60分<
耐薬品性	—	A ※1)	異常なし	異常なし	異常なし
吸水率	%	E-24/50 +D-24/23	0.1> 0.4>	2.1> 4.1>	0.1> 0.3>
加熱寸法変化	%	E-0.5/150 MD TD	-0.06 -0.03	-0.09 -0.11	-0.02 -0.04
比重	—	A	1.6	1.4	1.8
曲げ強さ MD	kgf/cm <sup>2</sup>	A	15	15	50
TD			10	14	45

●測定方法はJIS C 6481による。

※1) トリクロロエチレン、ジクロロメタン(塩化メチレン)、水酸化ナトリウム

#### ⑥ 自由形状(立体)が実現する。

基材が熱可塑性樹脂であり、この特長を十二分に活用し、R形状、折曲げ形状、埋込み(平滑)及び複合形状のプリント配線板への適用が可能で、新しいデザインの電子機器が開発できる。

#### ⑦ 低コストの立体プリント配線板が実現できる。

射出成形プリント配線板、ベンドフレックス等の立体プリント配線板と比較して構成材料及び、製造プロセスの技術が確立されていること等により、低コストの立体プリント配線板が実現できる。

これらの長所を有する反面、はんだ耐熱温度が245℃×10秒とやや低いが、最近のはんだ技術は、はんだ融点の低下、はんだ方法の改善により十分対応できる。

また、部品実装においては、実装機及び関連メーカーの開発にゆだねる部分が存在する。

### 5.3 仕様と構造

#### ① 仕様

B-Hプリント配線板の仕様を表5に示す。

表のようにベース基材厚さと銅箔厚さの組合せにより、板厚の選択が可能である。また、片面銅張積層板と両面銅張積層板の2種類がある。

#### ② 構造

B-Hプリント配線板の構造を図2に示す。

## 5.4 応用

### ① 曲面配線板 (図3)

プリント配線板の曲面成形によって、電子機器の操作部設計や表示部設計等に自由度が生まれ、軽薄短小と共に、斬新なデザイン設計が可能となり、21世紀に向けて新しい感覚にマッチした、使い易い電子機器の製品化が可能である。

(家電製品、自動車、通信機、OA機器等)

### ② 折曲げ配線板 (図4)

プリント配線板のL曲げ、Z曲げ、U曲げ、コ曲げなどの形状と共に、前述の曲面との複合化によって電子機器内の立体空間が利用でき、軽薄短小化と共にプリント配線板の一枚化により、装着部品の集約、ハーネスあるいはFPCの部品省略、ハウジング等に当該配線板の自動装着等、トータルコストの低減

ができる。

(小形電子機器、カメラ、自動車、電話機器等)

### ③ 埋込み(平滑)配線板 (図5)

プリント配線板の導体部と絶縁部の表面高さを均一化することにより、摺動時の円滑性が得られ、耐摩耗性が向上し、従来プロセスの配線板と比較して10倍程度の摺動寿命が得られる。

(ロータリースイッチ、スライドスイッチ等)

### ④ 折曲げ部付リジッド-フレキシブル配線板

これまでのリジッド-フレキシブル配線板は部分的に補強板を貼り合わせて、部品実装、シャーシへ固定するのが一般的な使用方法であった。

B-Hプリント配線板を使用すると、折曲げ部を除き、ほぼ全面に亘って部品実装が可能となり、立体空間の利用ができ、電子機器の小形化が可能である。

(小形電子機器、カメラ、自動車等)

表5/B-Hプリント配線板の仕様

Tab. 5/Specification of B-H PWB

ポリエステル樹脂 ベース基材厚 (mm)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5
接 着 剤	エポキシ系				
銅 箔 厚 (μm)	18		35		70
難燃グレード (UL94)	HB		V-0		

注) ベース基材厚0.8以下についても、UL94-V-0のB-Hプリント配線板を現在開発中である。

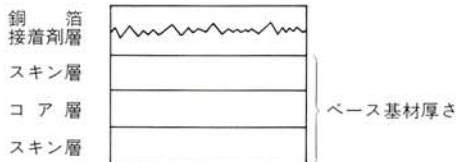


図2/B-Hプリント積層板の構造

Fig. 2/Construction of B-H PWB



図3/曲面配線板

Fig. 3/Curved PWB



(b) コ曲げ



(a) L曲げ

図4/折曲げ配線板

Fig. 4/Bent PWB



## 6 あとがき

立体プリント配線板としてのB-Hプリント配線板は試作段階より実用化へ向けての用途開発が順調に推移しつつある。これはユーザーにおける評価、応用研究によるところが大きいと感謝している。

今後共にユーザーとメーカーが一体となった開発体制のもとに、ユーザーが真に求める製品の開発を進めて行く所存である。

## 参考文献

熱可塑性ポリエステル系コンポジットシートの電気絶縁ボードへの応用 工業材料 1990年3月号

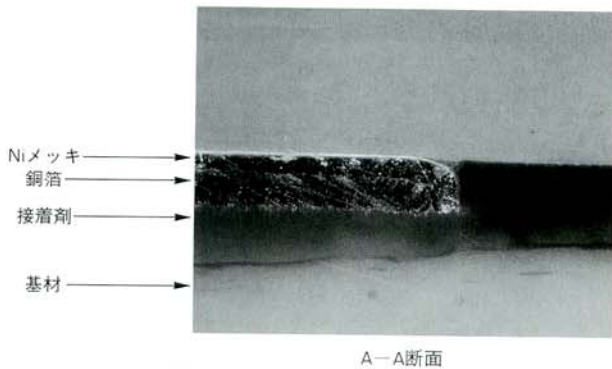


図5 / 埋込み(平滑)配線板  
Fig. 5 / Flush PWB

## 最近公告された愛知出願(I)

### 特許

公告番号	名 称	発 明 者	共同出願人
I-4600	変圧器ケースの塗装方法および塗装装置	奥村 顕治	日本ペイント(株)
I-22925	負荷時タップ切換装置の制御装置	戸松 均治	
I-24756	廃魚処理装置	吉田 広人	
I-28182	洗浄装置付便器における洗浄水の温度制御装置	横山 武弘 立松 聡	東陶機器(株)
I-31284	負荷時タップ切換装置	鶴飼 釗	
I-32289	巻鉄心の焼鈍装置	廻間 正樹	
I-45083	配電線の過電流表示装置	永瀬 公平	

公告番号	名 称	発 明 者	共同出願人
I-45807	高電圧高速度しゃ断装置	佐藤 徹	
I-45808	直流高圧負荷保護装置	佐藤 徹	
I-45811	配電線の故障区間検出装置の区間表示装置	太田 久義	
I-47001	巻鉄心の製造方法および製造装置	廻間 正樹 磯部 治男	
I-50674	電気缶切機	山本 修	
I-57309	配電線の過電流表示装置	永瀬 公平 田中 意継 沢田 明男	