

LED 高加速寿命试验 评估系统

Jun-08-2010

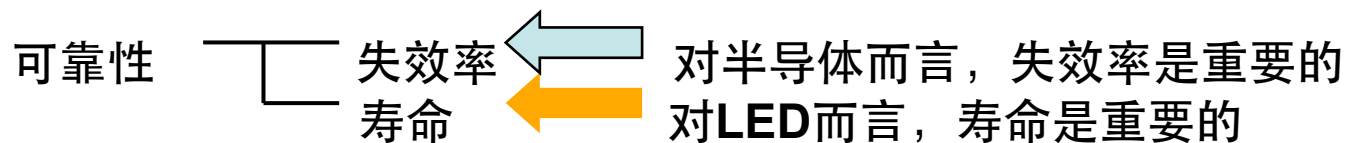
HIRAYAMA 制造公司
海外销售部

内容

1. LED 的可靠性特征
2. 使用HAST 设备的高加速LED 寿命评估系统
(HAST：高加速温湿度应力测试)
3. 使用恒温恒湿机的LED 寿命测试
4. LED智能恒电流源

1. LED 的可靠性特征

■LED 的潜在失效



■LED 寿命的定义

L70 : 时间到光通量流明维持的**70%**的时间长度。

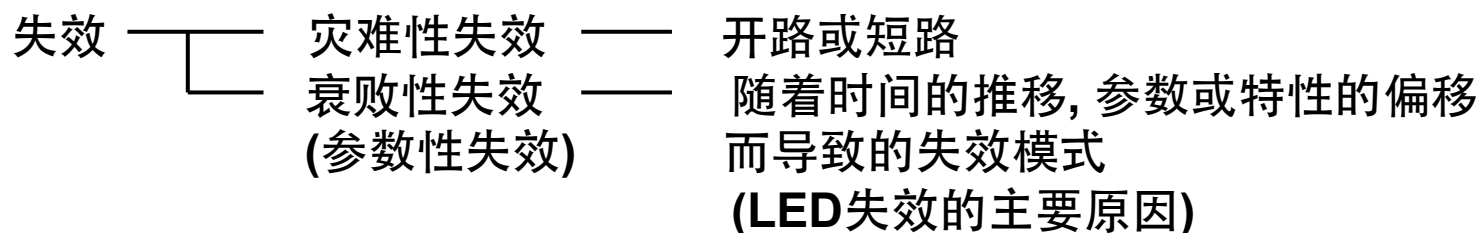
L50 : 时间到光通量流明维持的**50%**的时间长度。

备注:

1. **流明维持**: 在一个光源的额定寿命中的剩余通量百分比。
2. **L** 代表流明维持和数字表示在指定的一段时间后，剩余流明输出的百分比。

1.1 失效的种类和失效模式

■决定一个半导体元件可靠性的两种因素



(1) 失效部位

PN 结 (球焊接, 表面), 封装树脂, 晶粒粘接部位, 封装相关部位

(2) 失效机理

◆光强度衰减

- 提升非辐射的再结合
- 通过树脂的黄化降低光传导率

◆提升热阻

- Kirkendall 空隙的形成
- 由晶粒粘接部位的焊锡导致的热疲劳
- 在封装相关部位的焊接疲劳

◆增加漏电流

- 由湿气或离子导致的表面退化
- 由ESD, EOS 产生的分流电阻的形成

2.使用HAST 设备的高加速 LED 寿命评估系统

HAST：高加速温湿度应力测试

■ 常规的LED 寿命评估方法存在的问题

(1) 需要长的评估时间

在 LM-80 of IES (Illuminating Engineering Society) 中指定的与测试时间相关的条件时测试间隔至少是1000小时和测试周期需要6000小时。

(2) 很难量化地评估亮度衰减

由于测试是在恒定温度的炉子环境下进行的(55°C, 85°C), 所以常常的事情是亮度衰减非常小。

2.1 高加速LED 寿命评估系统能够解决前述问题

(1) 在短时间内能够验证亮度衰减

在HAST 指定的测试环境进行测试(温度为 120°C 或小一些, 相对湿度为85%), 使能够在短时间内验证亮度衰减。

(2) 亮度衰减能够清楚地得到验证

几个LED 能够清楚地验证亮度衰减。

(3) LED 的Vf 能够同时测量

验证LED 失效是否是由Vf 的变化所引起的而成为可能。

2.2 使用HAST 设备的高加速LED寿命评估系统 的测试条件

HAST 环境标准

制定于	标准号	标题	测试条件			
			温度 (°C)	湿度 (%RH)	测试电压	测试时间 (HR)
IEC	① 60068 -2-66 ② 60749	①Environmental testing–Part2: Damp heat, steady state (Unsaturated pressurized vapor) ②Semiconductor devices-Mechanical and climatic test methods-Part20	110±2 120±2 130±2	85±5	Apply voltage arbitrarily	96,192,408, 48,96,192, 24,48,96
JEITA	EIA/ ED4701/100/1 02	Environmental and endurance test methods for semiconductor devices (Life test I) Test method 102: Temperature humidity bias	110±2 120±2 130±2	85±5	Apply voltage continuously or intermittently	Specified individually
JEDEC	JESD22-A118	Accelerated Moisture resistance - Unbiased HAST	110±2 120±2 130±2	85±5	Apply voltage continuously or intermittently	254, 96
JIS	JIS C 0096-2001	Environmental testing–Part2: Damp heat, steady state (Unsaturated pressurized vapor)	110±2 120±2 130±2	85±5	Apply voltage arbitrarily	96,192,408, 48,96,192, 24,48,96
JPCA	JPCA – ET08-2002	Environmental test methods for printed wiring boards. Part 08:High-temperature, high-humidity, Constant (Unsaturated pressurized vapor, HAST)	110±2 120±2 130±2	85±5	Apply voltage arbitrarily DC 5-100V	96,192,408, 48,96,192, 24,48,96

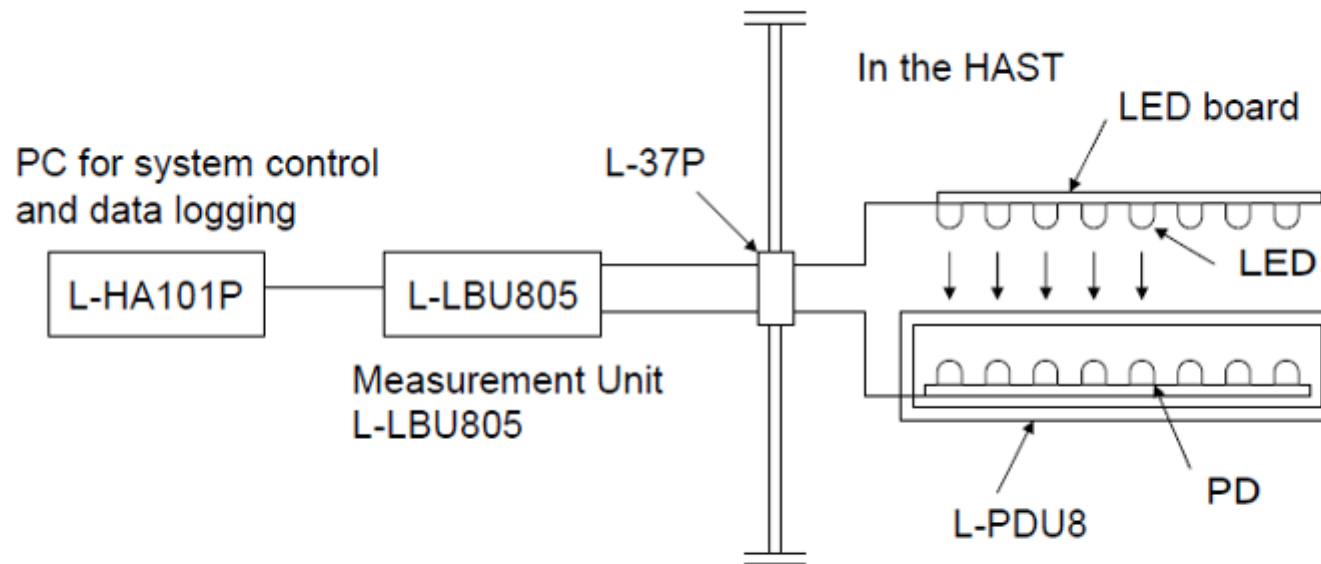
2.3 基于HAST的LED 寿命评估系统的特征

- 这个系统能够测量LED 的亮度和正向电压，使用HAST 设备（测试环境为温度120℃ 或低一些和湿度为85 %）并能够评估LED 的亮度衰减。
- 1. 在测试温度为120℃ 或低一些和湿度为85 %的环境下，能够测量LED 的亮度和正向电压。
- 2. 最大的测量通道数：40
 每一测量元件的测量通道数：8
 每一系统的测量元件数：5
- 3. 恒定电流单独地供应给每一个通道(1-500mA)
 每4个通道可以设定恒定电流。
- 4. 用光电二极管可以同时与亮度测量一起进行Vf值的测量。
- 5. 亮度衰减的趋势在100小时内变得很清晰。
- 6. 测量数据能够转化成CSV格式。
 采样的间隔是至少1分钟。
- 7. 在测试中，能够测量电流和电压的特性。（需要一套可选的软件）

2.4 基于HAST的LED 寿命评估系统的外观图



2.4.1 基于HAST的LED 寿命评估系统的外观图



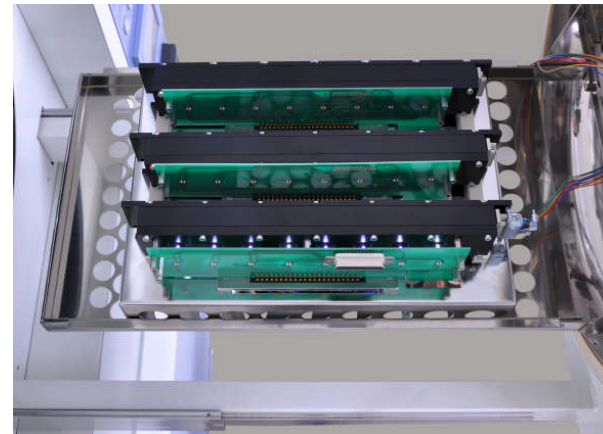
2.5 L-HAST的光电转换单元： 类型L-PDU8

- 这个单元安装在HAST设备内（温度120℃ 或低一些和湿度为85 %），被用于将LED 的光输出转换为PD 使用的电流。

(1) LED 板：用于8个测量通道的LED 能够安装在板上。
(Vf 和 If 的测量)

(2) L-PDU8：这个单元能够接收每一个具有PD 的LED 的光输出和正确地传输它的数据到外部的测量单元。

甚至在HAST 环境下，测量单元的密封状态能够得到维持，并且使用在可视范围内（5um）大于90%的光传输率的玻璃。



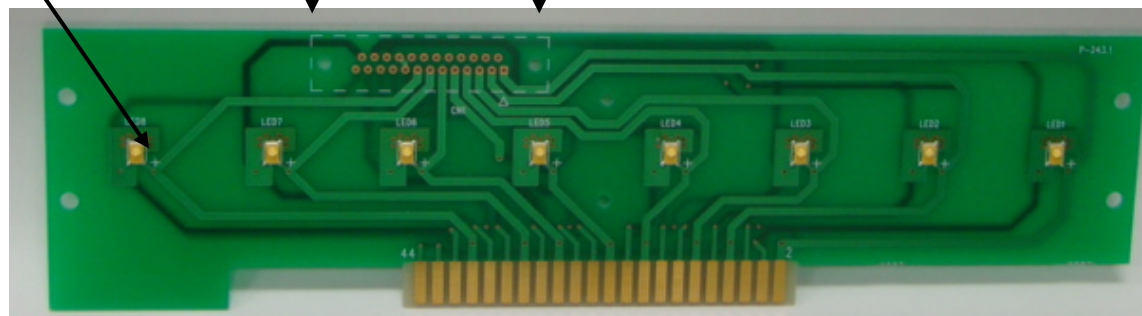
2.5.1 LED 板

LED 板

用于8个测量通道的LED 能够安装在板上

LED 片

L-THB 的连接



L-HAST 的连接

2.5.2 LPDU8

LPDU8 这个单元能够接收每一个具有PD的LED的光输出和正确地传输它的数据到外部的测量单元。



2.6 L-HAST的测量单元-类型L-LBU805

■ 这个单元使用于供应恒定电流给LED 和测量 V_f , I_f 和LED 的亮度。

(1) 能够测量连接到8个测量通道的LED 的 V_f 和 I_f 。

(2) 连接到8个测量通道的LED的每一亮度用电流值进行测量，电流是由LED 的光输出（PD接收）转换而来的。



2.7 L-HAST的接口线缆-类型L-LBU805

- HAST 的连接光电转换单元(L-PDU) 和 测量单元(L-LBU805) 的专用接口线缆。

- (1) HAST 设备的内部连接接口线缆
- (2) HAST 设备的外部连接接口线缆

1) 内部连接

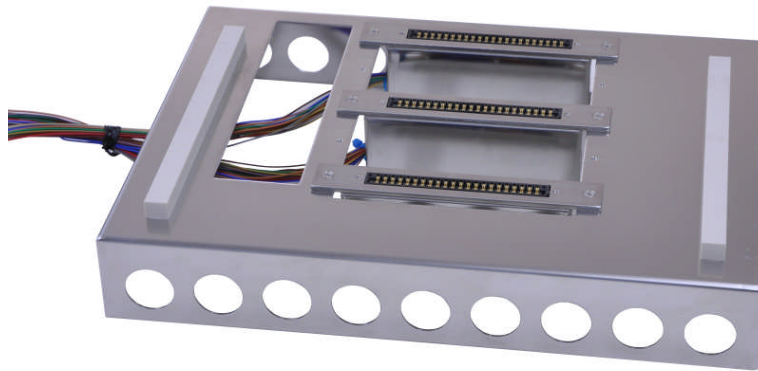


2) 外部连接



2.8 光电转换单元L-PDU8的安装架-类型L-LBU805

- 能够安装3个光电转换单元
- 当安装4个或5个光电转换单元时，需要2套安装架。



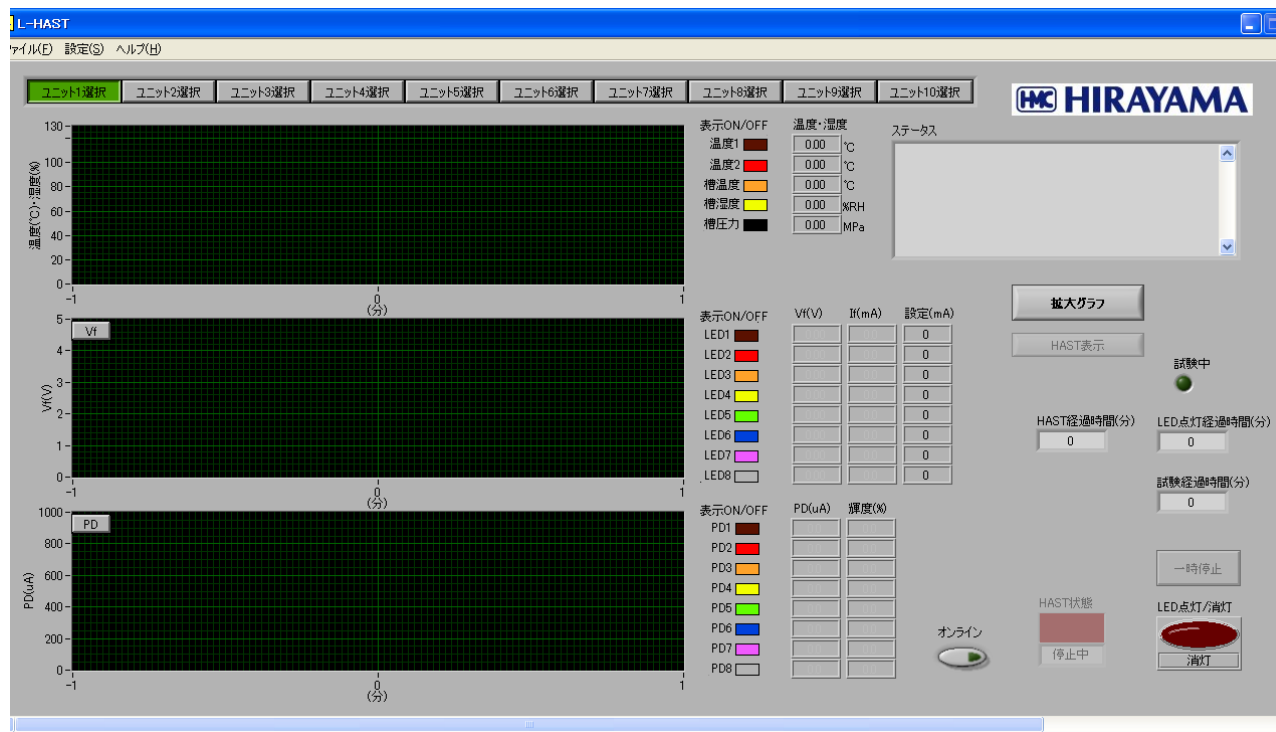
2.9 HAST 的系统控制器-类型L-HA101P

- 笔记本电脑中安装 有L-HAST专用软件(L-HA101S)。
 - 系统控制器能够从测量单元接收数据并进行处理，图片输出和存储它们。
 - 除了启动之外，这台计算机也能够控制系统。



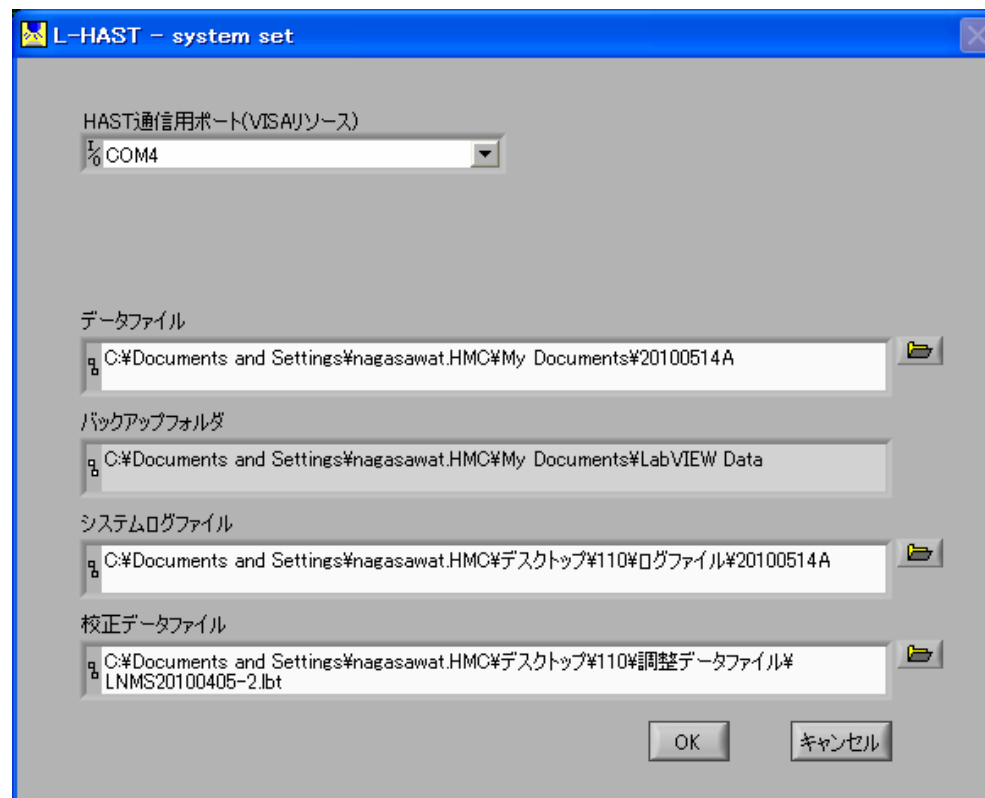
2.9.1 L-HA101P的主界面

LED 的 V_f , I_f , PD 和一个相关的光输出值都显示在PC 屏幕上。



2.9.2 L-HA101Pのシステム設置屏幕

备份了测量数据和COM 口的文件设置在这个屏幕上。



2.9.3 L-HA101Pの单元设置屏幕

设置和检查连接的L-LBU105。



2.9.4 L-HA101PのHAST设置屏幕

HAST 的运作条件和停止条件设置。

L-HAST - HAST set

結露防止運転
☒ OFF/ON

HAST設定

結露防止

温度(°C)
110

湿度(%)
10

時間(分)
20

計測

温度(°C)
120

湿度(%)
85

試験時間(時間)
500

号機番号
1

パターンNo.
0

HAST停止条件

LED輝度低下

輝度(%)
40

個数指定
個数
1

LED輝度低下停止
☒ OFF/ON

Vf上昇

上昇率(%)
10

個数指定
個数
1

Vf上昇停止
☒ OFF/ON

オープン

オープンIf(mA)
0.5

個数指定
個数
1

オープン停止
☒ OFF/ON

ショート

ショートVf(V)
1

個数指定
個数
1

ショート停止
☒ OFF/ON

LED輝度低下 LED輝度が設定値以下になったとき停止します。
Vf上昇 Vfが設定値以上になったとき停止します。
オープン Ifが設定値以下になったとき停止します。
ショート Vfが設定値以下になったとき停止します。

OK キャンセル

2.9.5 L-HA101Pの测试设置屏幕

LED 的测试条件设置。

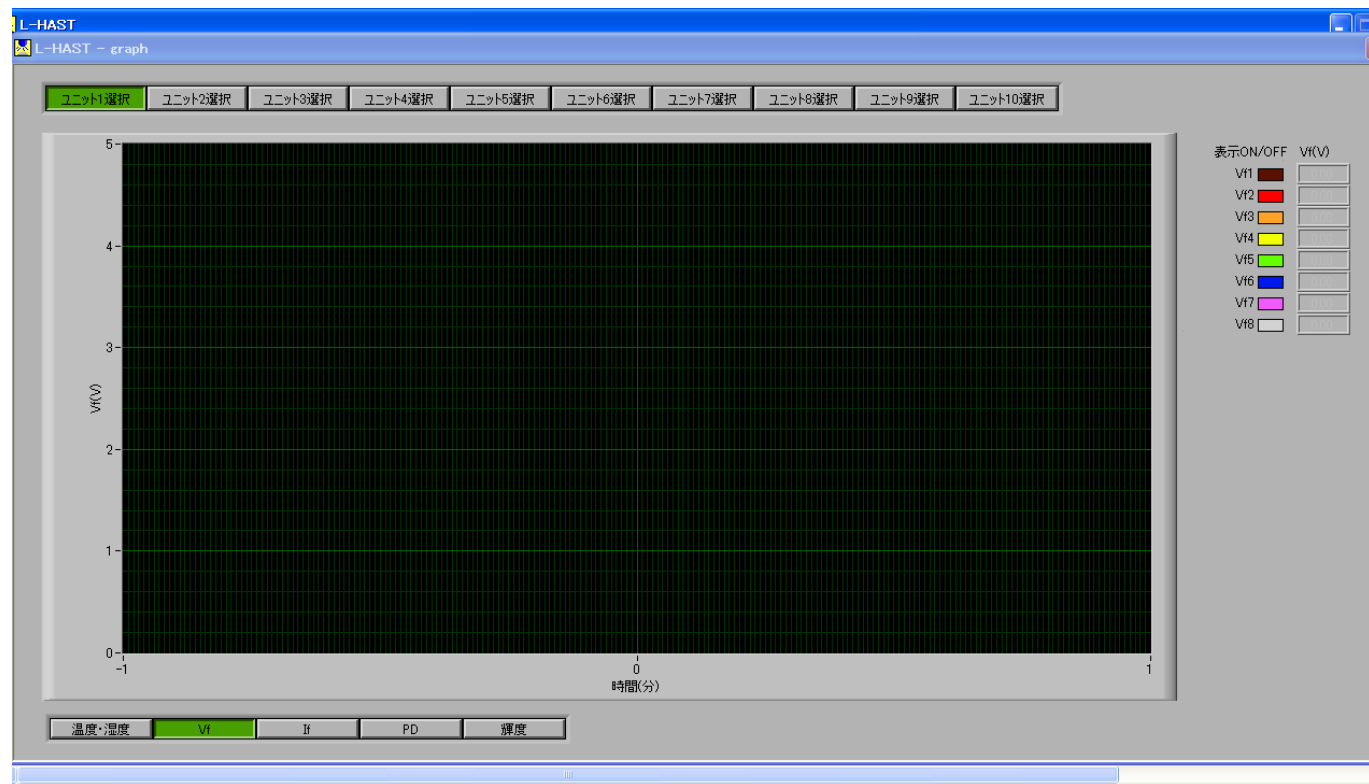
L-HAST - test set

Unit	LED1-4電流(mA)	LED5-8電流(mA)	採取周期(分)	ログ指定	コメント	ログファイル	運転が選択
Unit1	20	20	0.5	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 01 2010 0525.csv	運転が選択
Unit2	20	20	0.1	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 02 2010 0525.csv	運転が選択
Unit3	20	20	1	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 03 2010 0525.csv	運転が選択
Unit4	20	20	0.01	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 04 2010 0525.csv	運転が選択
Unit5	100	100	0.1	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 05 2010 0525.csv	運転が選択
Unit6	100	100	1	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 06 2010 0525.csv	運転が選択
Unit7	100	100	1	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 07 2010 0525.csv	運転が選択
Unit8	100	100	1	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 08 2010 0525.csv	運転が選択
Unit9	100	100	1	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 09 2010 0525.csv	運転が選択
Unit10	100	100	1	CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 CH7 CH8		C:\Documents and Settings\nagasawat.HMC\My Documents\20100514A 10 2010 0525.csv	運転が選択

OK キャンセル

2.9.6 L-HA101P的扩展图片

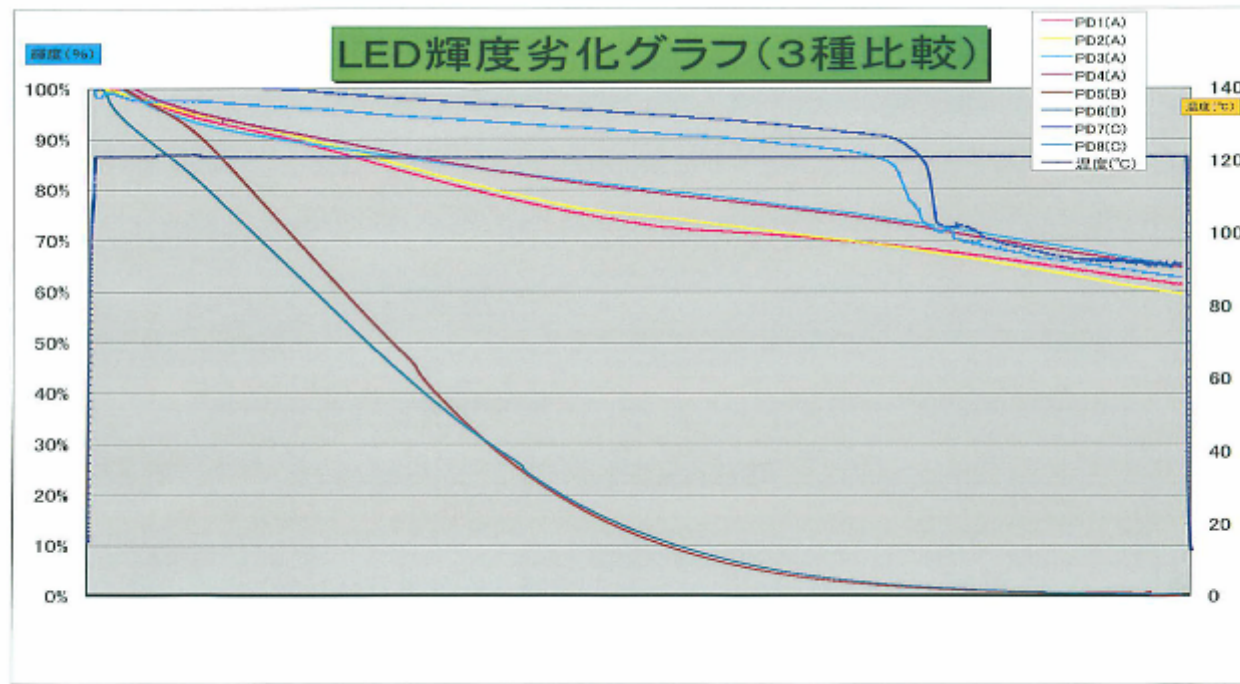
扩展的测量屏幕。



2.10 HAST的测量结果（亮度衰减）

LED 的亮度衰减（3种LED）

相对光
输出



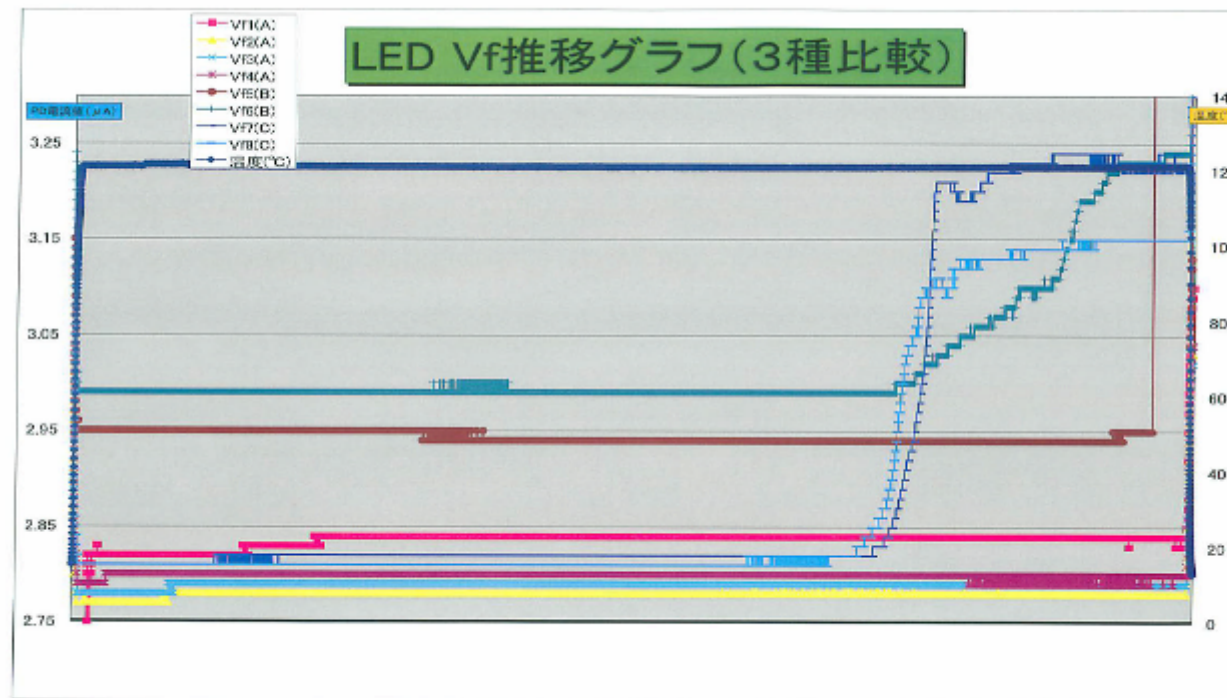
时间

温度

2.11 HAST的测量结果 (Vf 变化)

LED 的 Vf 变化 (3种LED)

PD 电流
(uA)



温度

时间

2.12 有关基于HAST的LED 寿命评估系统 (与东京理工大学联合研究)

我们与东京理工大学一起促进以下课题的联合研究。

- (1) 联合研究课题：HAST 系统的LED 寿命评估
- (2) 研究目的：HAST 的LED 寿命评估方法的建立
- (3) 研究内容：我们测量不同种类的LED 的 V_f , I_f 或者光输出和研究LED 的衰减原因。

※在现阶段，东京理工大学的评论如下：

“使用L-HAST 产生的失效是作用在LED本性上 的加速失效”的可能性很高。

2.13 L-HAST 的测量结果 (温度的I-V特性)

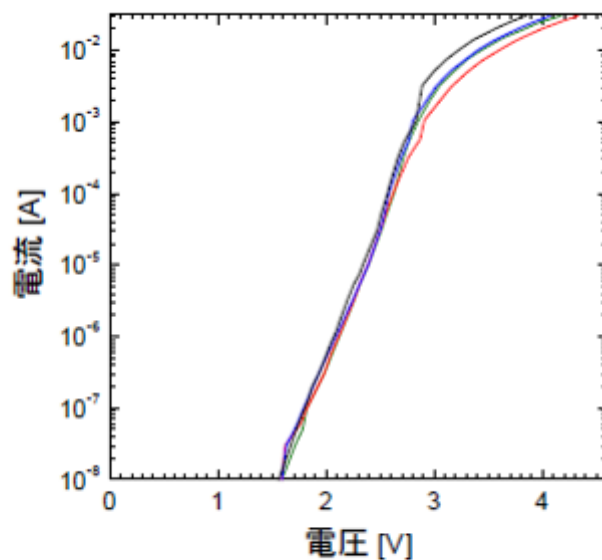


Fig.1 Forward biased I-V Characteristics

正向偏置的I-V特性

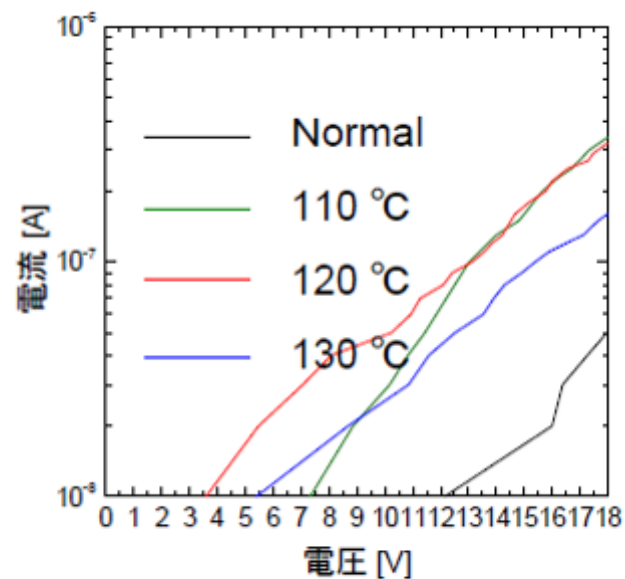


Fig.2 Reverse biased I-V Characteristics

反向偏置的I-V特性

LED 的电气特性是正常的和LED暴露在温度110°C, 120°C or 130°C的图形绘制了出来。

2.14 L-HAST 的测量结果 (温度的光学功率输出)

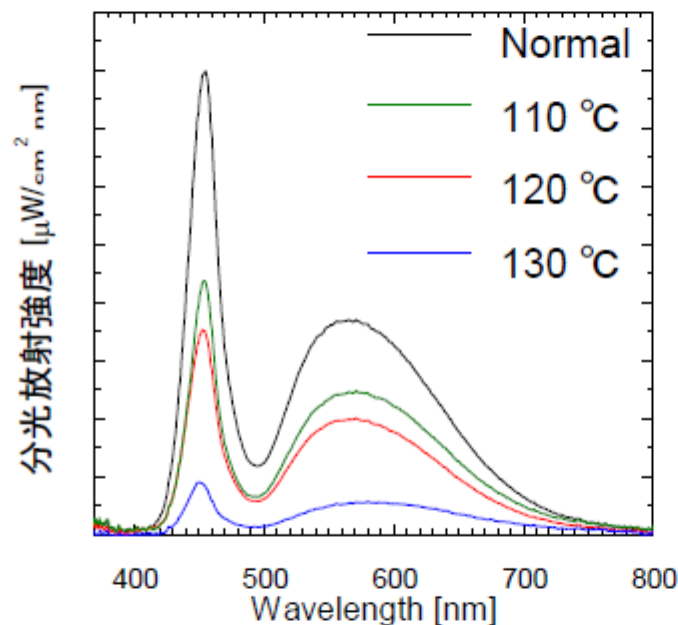


Fig.3 Optical Output at 20 mA, RT

Table 1. Optical Output and Voltage of a LED

	Normal	110°C	120°C	130°C
20mA	3.57V	3.84V	4.01V	3.78V
Output	15.9mW	8.9mW	8.1mW	2.4mW
Peak Wave length	455nm	454nm	453nm	450.5nm
	564.5nm	567nm	568nm	578nm

分光放射強度 ($\mu\text{W} / \text{cm}^2 \text{ nm}$)
=Spectral Radiant Intensity

LED 的光学特性是正常的和LED暴露在温度110°C, 120°C or 130°C的图形绘制了出来。

2.15 L-HAST 的加速性能

我们目前正在检查基于HAST 的LED 评估系统的加速性能

(1) 实例 1:

2.9项中描述的LED 7或8 的亮度达到亮度维持的70%大约需要100小时。所以，当假设LED 的寿命保证是50000小时时，那么估计加速性能大约为500倍。

(2) 实例 2:

使用恒温池的LUXEON K2 的测试结果发布于web上

<http://www.philipslumileds.com/>

温度	电流	到L70 的时间
55°C	0.35A	148,000
55°C	0.7 A	151,000
55°C	1 A	77,000
85°C	0.35A	67,000
85°C	0.7 A	54,000

2.16 L-HAST与Arrhenius定律的相关性

- 根据 Arrhenius定律，使用环境的温度每降低10 °C，寿命就会翻番。
- 下表表明了三个相同的LED 在五种不同的测试温度下的到L70 的时间的比较结果。

°C	3个LED 的到L70 的时间			平均数 (hr)	正态化	
130	36	34	29	33	1.00	
125	54	61	48	55	1.66	2倍
120	58	77	58	64	1.95	←
115	84	110	84	93	2.82	4倍
110	119	170	150	147	4.44	←

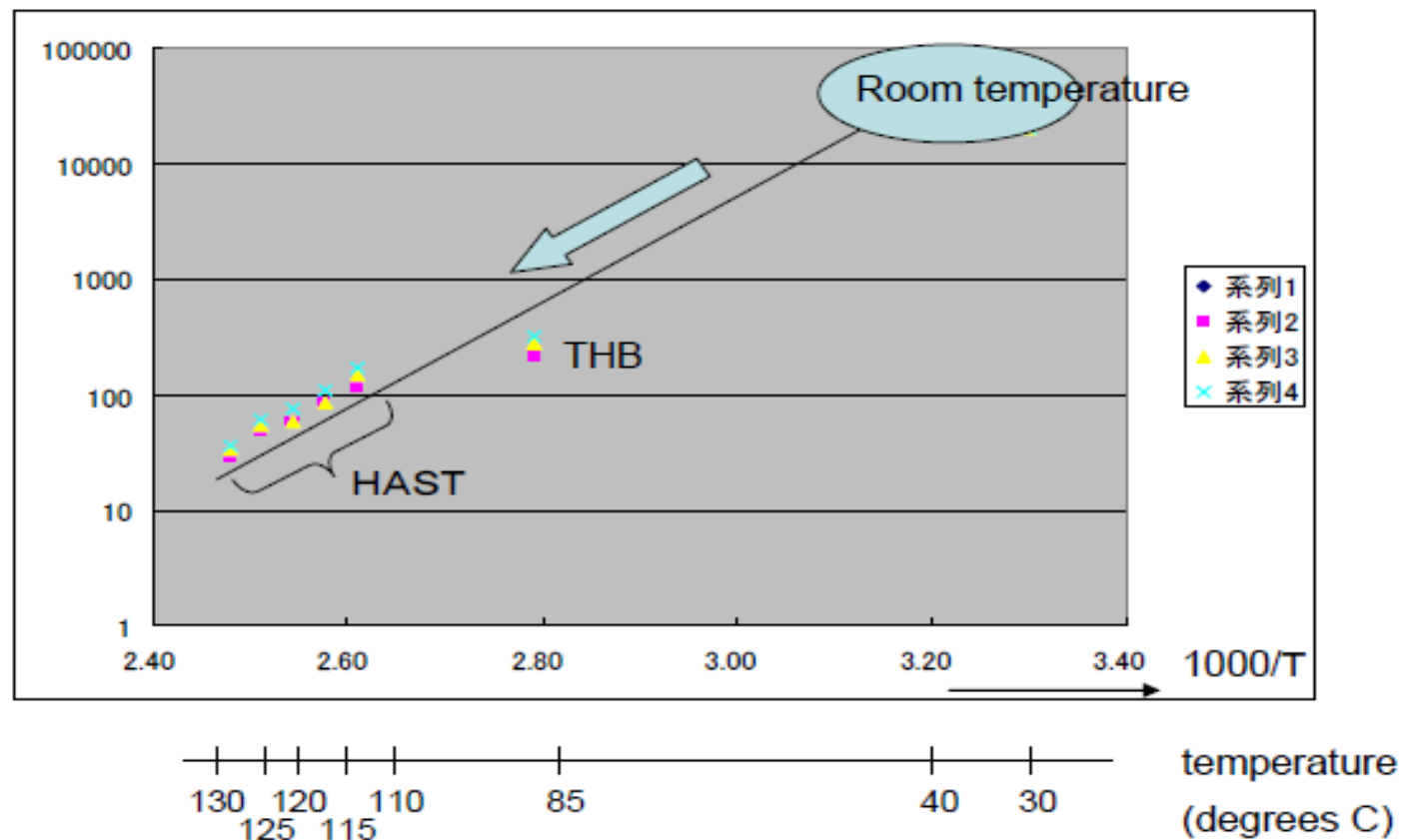
※ 相对湿度为 85 %

2.17 L-HAST与Arrhenius作图法的相关性

- 在每一种温度条件下的到L70的测量时间的结果(湿度为恒定的 85%)。

The time to L70

(hours)



3.使用恒温恒湿设备的LED 寿命评估系统

- 使用此系统可以执行LED 寿命评估。

(1) **ASSIST** 建议 (建议源于晶体照明系统与技术联盟)

符合ASSIST 建议的LED 寿命评估可以执行。

(2) **IES LM-80**

(通过IES 进行测量光亮度维持的方法)

符合LM-80的LED 寿命评估可以执行。

(3) LED 的**V_f** 值也可以使用此系统进行测量。

同时做上述 评估(1) 和 (2), 可以确认LED 的失效是否由V_f所导致。

3.1 使用ASSIST建议进行的LED 寿命评估

- 符合ASSIST 建议的LED 寿命评估可以执行。

(1) 应用于 LED 包装, 阵列和模块

(2) 测试条件

- 1 初始老化: 在额定电流和电压下执行老化1000小时
- 2 表面温度 T_s : 额定电流 $> 100\text{mA}$ 45,65,85°C
额定电流 $< 100\text{mA}$ 35,45,55°C
- 3 运行测试: 在3种不同的温度下执行5000 个小时或更多
- 4 光学输出测量: 如果光学输出不改变的话, 宽带的光功率计可以使用来测量光学输出。

3.2 使用IES LM-80进行的 LED 寿命评估

- 符合IES LM-80 建议的LED 寿命评估可以执行。

(1) 应用于 LED 包装, 阵列和模块

(2) 测试条件

- 1 表面温度 T_s : 55°C, 85°C 和第3个选择的温度
- 2 T_s 的测量和控制: 测量点 /在+0-2°C之内
- 3 散热片 -4 热电偶
- 5 环境温度: 高于从表面温度中减去5°C的温度
- 6湿度: 在 65%RH以内 -7 测光法: 光速,色度
- 8 测试间隔是至少1000小时和测试周期直到6000小时为止。
- 9 光学输出测量: 如果在测试过程中光学输出不改变的话, 宽带的光功率计可以使用来测量光学输出。

3.3 LED 寿命评估系统的特征

型号：L-THB

- 这是一个高加速的LED 寿命评估系统，它能够在恒温池中测量LED 的亮度和Vf，和在短期内评估LED 的亮度衰减。
 - (1) 由恒温池设定环境温度和湿度。
 - (2) 测量通道的最大数量：80

3.4 LED 寿命评估系统的外观图

型号：L-THB



4.LED智能恒流源

- 特征：由于温度变化导致的LED I_f 或 V_f 的时间序列变差可以使用LED智能恒流源进行监控。

- (1) 测量通道的最大数量：80
 每一测量单元的测量通道数量：8
 每一系统的测量单元数量：10
- (2) 单独地供应恒定电流给每个通道（0.0-500.0 mA）。
 每4个通道可以设定恒定电流。
- (3) 设定精度： $\pm 0.15\%$ of F.S. ($23^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$)
 分辨率：0.1 mA
- (4) I_f 值也可以与 V_f 值同时测量。
- (5) 测量数据可以转换成CSV格式。
 采样间隔时间为至少1分钟。
- (6) 在测试过程中，可以测量电流和电压特性。
 (需要一套可选的软件)

4.1 LED智能恒流源的规格 --- (1)

- 用于LED 元件评估的恒定电流的产生和测量。

输出规格	输出数量		8 通道
	输出电流范围		0.0mA - 500.00mA
	开路电压		5V
	稳定性		$\pm 0.15\%$ of F.S.(23°C $\pm$ 3°C) (± 0.75 mA)
	精确性	电流范围	0.0mA-500.00mA
		精确性	$\pm 0.15\%$ of F.S.(23°C $\pm$ 3°C) (± 0.75 mA)
		分辨率	0.1mA
测量规格	电流测量 LED If	电流范围	0.0mA-500.00mA
		精确性	$\pm 0.15\%$ of F.S.(23°C $\pm$ 3°C) (± 0.75 mA)
		分辨率	0.1mA
	电压测量 LED Vf	电压范围	0.000V - 5.000V
		分辨率	1mV

待续

LED智能恒流源的规格 --- (2)

环境 & 其它规格	功率消耗	额定输出	最大 80VA
	运作环境	环境温度	0°C - + 40°C (没有水珠凝结)
		相对湿度	80%RH 或小一些 (没有水珠凝结)
	存储环境	环境温度	0°C - + 40°C (没有水珠凝结)
		相对湿度	80%RH 或小一些 (没有水珠凝结)
	预热时间		大于30分钟
	电源		85V – 264V
	频率		50Hz / 60Hz
	外部尺寸		W483 x H44 x D411
	质量		4.9Kg
	ROHS 方针		不符合